



S

CIENCE FOR MODERN MAN

WISSENSCHAFT FÜR DEN
MODERNEN MENSCHEN

MONOGRAPH
BOOK 4 PART 4

'2021

SWorld
Germany



Kochetkova O.V., Lvovich I.Y., Lvovich Y.E., Parshtyna O.A., Pleshkanovska A. et al.

WISSENSCHAFT FÜR DEN MODERNEN MENSCHEN
INNOVATIVE TECHNIK UND TECHNOLOGIE, INFORMATIK,
SICHERHEITSSYSTEME, VERKEHRSENTWICKLUNG, ARCHITEKTUR
SCIENCE FOR MODERN MAN
INNOVATIVE ENGINEERING AND TECHNOLOGY, INFORMATICS, SECURITY SYSTEMS,
TRANSPORT DEVELOPMENT, ARCHITECTURE

Monographic series «European Science»
Book 4. Part 4.

In internationalen wissenschaftlich-geometrischen Datenbanken enthalten
Included in International scientometric databases

MONOGRAPHIE
MONOGRAPH

ScientificWorld-NetAktivatV
Karlsruhe 2021

Authors:

Arshava E.A. (21), Ashhepkova N. (9), Buzovskyi V. (5), Vyshnevska O.D. (17), Vyshnevskiy D.O. (17),
 Voronova T.S. (10), Vradii V. (16), Vyatkin S.I. (12), Garmash S.N. (7), Holembovska N. (6),
 Dobrzhanskyi O.O. (10), Dudnyk O.O. (13), Zaharchyk M.D. (13), Zolotova N. (19), Kolohryvov M. (5),
 Kochetkova O.V. (8), Luhovykh O.O. (10), Lvovich I.Y. (2,4), Lvovich Y.E. (11,14), Martyshova L. (22),
 Mykhaylov P. (12), Morkovska N. (19), Nikolaienko I.V. (16), Ozerchuk D.A. (13), Parshyna O.A. (15),
 Pleshkanovska A. (18), Podchashynskiy Y.O. (10), Preobrazhenskiy A.P. (2,4,11,14),
 Preobrazhenskiy Y.P. (11,14), Prokopovych-Tkachenko D.I. (15), Pykhtin S.A. (21), Rozvodiuk M.P. (3),
 Romanyuk O.V. (13), Romanyuk O.N. (12,13), Romanyuk S. (12), Savchenko I.V. (15), Snihur A.V. (13),
 Stelyuk B.B. (15), Suprun O. (19), Tarasenko Y.S. (15), Tatarchenko H. (20), Teliura N.O. (1),
 Korobeinikova T. (12), Khara M.V. (16), Chepiuk L.O. (10), Chernova A.S. (7), Chekhmestruk R.Y. (12),
 Choporov O.N. (2,4), Yakymenko O. (19)

Wissenschaft für den modernen Menschen: innovative technik und technologie, informatik sicherheitssysteme, verkehrsentwicklung, architektur. Monografische Reihe «Europäische Wissenschaft». Buch 4. Teil 4. 2021.

Science for modern man: innovative engineering and technology, informatics, security systems, transport development, architecture. Monographic series «European Science». Book 4. Part 4. 2021.

ISBN 978-3-949059-12-4

DOI: 10.30890/2709-2313.2021-04-04

Published by:

ScientificWorld-NetAkhatAV

Lußstr. 13

76227 Karlsruhe, Germany

in conjunction with Institute «SE&TE»

e-mail: orgcom@sworld.education

site: www.sworld.education

Copyright © Authors, 2021

Copyright © Drawing up & Design. ScientificWorld-NetAkhatAV, 2021



ÜBER DIE AUTOREN / ABOUT THE AUTHORS

1. *Arshava Elena Aleksandrovna*, Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture, Ukraine, PhD in physical and mathematical sciences, assistant professor - *Chapter 21 (co-authored)*
2. *Ashhepkova Natalja*, Dnipro National University named after O. Gonchara, Ukraine, PhD in technical sciences, assistant professor - *Chapter 9*
3. *Buzovskyi Vitalii*, Odessa National Academy of Food Technologies, Ukraine, PhD in technical sciences, - *Chapter 5 (co-authored)*
4. *Vyshnevskya Olha Dmytriivna*, Odessa National Maritime University, Ukraine, PhD in technical sciences, - *Chapter 17 (co-authored)*
5. *Vyshnevskiy Dmytro Olegovych*, Odessa National Maritime University, Ukraine, PhD in technical sciences, - *Chapter 17 (co-authored)*
6. *Voronova Tetiana Stanislavivna*, Zhytomyr Polytechnic State University, Ukraine, Ukraine, - *Chapter 10 (co-authored)*
7. *Vradii Vitaly*, SHEI "Pryazovskyi State Technical University", Ukraine, student - *Chapter 16 (co-authored)*
8. *Vyatkin Sergey I.*, Institute of Automation and Electrometry,, Ukraine, PhD in technical sciences, - *Chapter 12 (co-authored)*
9. *Garmash Sviatlana Nickolaevna*, DVNZ "Ukrainian State University of Chemical Technology", Ukraine, PhD in agricultural sciences, assistant professor - *Chapter 7 (co-authored)*
10. *Holembovska Nataliia*, National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine, Ukraine, PhD in technical sciences, - *Chapter 6*
11. *Dobrzhanskyi Oleksandr Oleksiiovych*, Zhytomyr Polytechnic State University, Ukraine, Ukraine, PhD in technical sciences, assistant professor - *Chapter 10 (co-authored)*
12. *Dudnyk Oleksandr O.*, Vinnytsia National Technical University, Ukraine, PhD in technical sciences, assistant professor - *Chapter 13 (co-authored)*
13. *Zaharchyk Maksym D.*, Vinnytsia National Technical University, Ukraine, student, - *Chapter 13 (co-authored)*
14. *Zolotova Nina*, Kharkiv National Academy of Urban Economy, Ukraine, PhD in technical sciences, assistant professor - *Chapter 19 (co-authored)*
15. *Kolohryvov Mykhailo*, Odessa National Academy of Food Technologies, Ukraine, PhD in technical sciences, - *Chapter 5 (co-authored)*
16. *Kochetkova Olga Vladimirovna*, Volgograd State Agrarian University, Russia, Doctor of Technical Sciences, Professor - *Chapter 8*
17. *Luhovykh Oksana Oleksandrivna*, Zhytomyr Polytechnic State University, Ukraine, - *Chapter 10 (co-authored)*
18. *Lvovich Igor Yakovlevich*, Voronezh Institute of High Technologies, Russia, Doctor of Technical Sciences, Professor - *Chapter 2 (co-authored), Chapter 4 (co-authored)*
19. *Lvovich Yakov Evseevich*, Voronezh State Technical University, Russia, Doctor of Technical Sciences, Professor - *Chapter 11 (co-authored), Chapter 14 (co-authored)*
20. *Martyshova Larysa*, Ukraine, PhD in Architecture, - *Chapter 22*
21. *Mykhaylov Pavlo I.*, 3D GENERATION GmbH,, Ukraine, PhD in technical sciences, - *Chapter 12 (co-authored)*
22. *Morkovska Nataliia*, Kharkiv National Academy of Urban Economy, Ukraine, PhD in technical sciences, assistant professor - *Chapter 19 (co-authored)*
23. *Nikolaienko Iryna Volodymyrivna*, SHEI "Pryazovskyi State Technical University", Ukraine, PhD in technical sciences, Associate Professor - *Chapter 16 (co-authored)*
24. *Ozerchuk Dmytro A.*, Vinnytsia National Technical University, Ukraine, master, - *Chapter 13 (co-authored)*
25. *Parshyna Olena Anatoliivna*, University of Customs and Finance, Ukraine, Doctor of Economic Sciences, Professor - *Chapter 15 (co-authored)*



26. *Pleshkanovska Alla*, Institute of Urban Studies, Kiev National University of Construction and Architecture, Ukraine, Doctor of Technical Sciences, Professor - *Chapter 18*
27. *Podchashynskiy Yuriy Oleksandrovych*, Zhytomyr Polytechnic State University, Ukraine, Doctor of Technical Sciences, Professor - *Chapter 10 (co-authored)*
28. *Preobrazhenskiy Andrey Petrovich*, Voronezh Institute of High Technologies, Russia, Doctor of Technical Sciences, assistant professor - *Chapter 2 (co-authored), Chapter 4 (co-authored), Chapter 11 (co-authored), Chapter 14 (co-authored)*
29. *Preobrazhenskiy Yuriy Petrovich*, Voronezh Institute of High Technologies, Russia, PhD in technical sciences, assistant professor - *Chapter 11 (co-authored), Chapter 14 (co-authored)*
30. *Prokopovych-Tkachenko Dmytro I*, University of Customs and Finance, Ukraine, PhD in technical sciences, assistant professor - *Chapter 15 (co-authored)*
31. *Pykhtin Serhii Anatolevich*, Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture, Ukraine, - *Chapter 21 (co-authored)*
32. *Rozvodiuk Mykhailo Petrovych*, Vinnytsia National Technical University, Ukraine, PhD in technical sciences, assistant professor - *Chapter 3*
33. *Romanyuk Oksana V.*, Vinnytsia National Technical University, Ukraine, PhD in technical sciences, assistant professor - *Chapter 13 (co-authored)*
34. *Romanyuk Olexandr N.*, Vinnytsia National Technical University, Ukraine, Doctor of Technical Sciences, Professor - *Chapter 12 (co-authored), Chapter 13 (co-authored)*
35. *Romanyuk Sergey O*, Vinnytsia National Technical University, Ukraine, PhD in technical sciences, - *Chapter 12 (co-authored)*
36. *Savchenko Iurii Vladimirovich*, University of Customs and Finance, Ukraine, PhD in technical sciences, assistant professor - *Chapter 15 (co-authored)*
37. *Snihur Anatoly V.*, Vinnytsia National Technical University, Ukraine, PhD in technical sciences, assistant professor - *Chapter 13 (co-authored)*
38. *Stelyuk Barbara B*, University of Customs and Finance, Ukraine, PhD in technical sciences, assistant professor - *Chapter 15 (co-authored)*
39. *Suprun Oleh*, Kharkiv National Academy of Urban Economy, Ukraine, PhD in technical sciences, assistant professor - *Chapter 19 (co-authored)*
40. *Tarasenko Yuri S*, University of Customs and Finance, Ukraine, PhD in physical and mathematical sciences, assistant professor - *Chapter 15 (co-authored)*
41. *Tatarchenko Halyna*, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University, Ukraine, Doctor of Technical Sciences, Professor - *Chapter 20*
42. *Teliura Natalia Oleksandrivna*, Kharkiv National University of Municipal Economy named after A.N. Beketova, Ukraine, PhD in technical sciences, assistant professor - *Chapter 1*
43. *Korobeinikova Tetiana I.*, Lviv National Technical University, Ukraine, PhD in technical sciences, assistant professor - *Chapter 12 (co-authored)*
44. *Khara Maryna Volodymyrivna*, SHEI "Pryazovskyi State Technical University", Ukraine, PhD in technical sciences, Associate Professor - *Chapter 16 (co-authored)*
45. *Chepiuk Laryna Oleksiivna*, Zhytomyr Polytechnic State University, Ukraine, Ukraine, PhD in technical sciences, - *Chapter 10 (co-authored)*
46. *Chernova Anastasiya Sergeevna*, DVNZ "Ukrainian State University of Chemical Technology", Ukraine, master, - *Chapter 7 (co-authored)*
47. *Chekhmestruk Roman Y.*, 3D GENERATION UA, Ukraine, PhD in technical sciences, - *Chapter 12 (co-authored)*
48. *Choporov Oleg Nikolaevich*, Voronezh State Technical University, Russia, Doctor of Technical Sciences, Professor - *Chapter 2 (co-authored), Chapter 4 (co-authored)*
49. *Yakymenko Oleh*, Kharkiv National Academy of Urban Economy, Ukraine, PhD in economic sciences, assistant professor - *Chapter 19 (co-authored)*



Inhalt / Content

CHAPTER 1. ENSURING OF AN ECOLOGICAL SAFETY OF EUTROPHIC WATER BODIES VIA THE IMPLEMENTATION OF PRIORITY WATER DISPOSAL TECHNOLOGIES IN SETTLEMENTS

Introduction	10
1.1. Ecological safety of settlements located on eutrophied water bodies in the field of principles of sustainable development	11
1.2. Influence of existing drainage systems from the territories of settlements on the condition of eutrophied water bodies.....	12
1.3. Technologies of ecologically safe drainage as a tool to reduce eutrophication of water bodies	15
1.4. Program-analytical method of selection of priority technologies of ecologically safe drainage in settlements.....	16
1.5. Approbation of the program-analytical method of choice of priority technologies of ecologically safe drainage	17
Conclusions	18

CHAPTER 2. MODEL AND ALGORITHM DEVELOPMENT DESIGNING A LOCAL NETWORK OF AN EDUCATIONAL ORGANIZATION

Introduction	20
2.1. Development of a mathematical model	20
2.2. Managing network resources	23
Conclusions	28

CHAPTER 3. MONITORING OF TECHNICAL CONDITION OF THE DC ELECTRIC MOTOR

Introduction	29
3.1. Determining the life of the brush and its parameters.....	29
3.2. Monitoring of the brush-collector unit of the DC electric motor	30
3.3. Monitoring of a resource of the electric motor of a direct current	34
Conclusions	37

CHAPTER 4. PROBLEMS IN THE DEVELOPMENT OF AUTOMATED WORKSTATIONS

Introduction	39
4.1. The main ideas of automated places	39
4.2. Language facilities of the automated workplace	42
4.3. Classification of automated workplaces	44
Conclusions	46



CHAPTER 5. THE PRINCIPLES OF OIL PUMPS DATABASES DEVELOPMENT

Introduction	47
5.1. Review of known solutions in the field of data storage of oil pumps	48
5.2. Development of database architecture of oil pumps.....	49
Conclusions	52

CHAPTER 6. USE OF NON-TRADITIONAL RAW MATERIALS IN THE COMPOSITION OF DIETED CUT SEMI-FINISHED PRODUCTS

Introduction	54
6.1. The state of production of semi-finished and culinary products from fish raw materials	55
6.2. Object, subject matter and methods of research	56
6.3. Development of freshwater semi-finished formulations and technology, evaluation of their quality	57
Conclusions	60

CHAPTER 7. FIRE AND EXPLOSION HAZARD OF BIOFUEL PLANTS

Introduction	61
7.1. Causes of accidents at biofuel plants.....	61
7.2. Methods of management of risks at biofuel plants.....	63
7.3. The definition of the main criteria of fire and explosion hazard at biofuel plants.....	63
Conclusions	65

CHAPTER 8. DESIGNING CLASSES AND SUBCLASSES ONTOLOGY BUSINESS ARCHITECTURE DIGITAL AGRICULTURAL ENTERPRISES

Introduction	67
8.1. Approaches to ontological design	69
8.2. Design of classes and hierarchy of subclasses of the ontological model..	70
Conclusions	82

CHAPTER 9. DEVELOPMENT OF A REMOTE MANIPULATOR CONTROL METHOD

Introduction	84
9.1. Analysis of literature data and problem statement.....	85
9.2. The purpose and objectives of the study	89
9.3. Materials and research methods for remote copying control of the manipulator.....	90
9.3.1. Design of the manipulator.....	90
9.3.2. Theoretical methods	91
9.4. Research results of remote copying control of an anthropomorphic manipulator.....	91
9.4.1. Determining the design of the driver	91



9.4.2. Development of a remote copying control system for an anthropomorphic manipulator..... 91

9.4.3. Implementing Effort Feedback..... 93

9.5. Discussion of the research results of the method of remote copying control of the manipulator..... 94

Conclusions 95

CHAPTER 10. FORMALIZATION OF ALGORITHM AND DEVELOPMENT OF DIGITAL ELECTRONIC SCHEME OF CONTROL SYSTEM OF PRODUCTION EQUIPMENT ON THE BASIS OF SEQUENCE OF EVENTS

Introduction 97

10.1. Control of production equipment based on a sequence of events..... 98

10.2. Formalization of the control algorithm 100

10.3. Development of a digital electronic control system 103

10.4. Implementation of a control system based on microprocessors and microcontrollers 106

Conclusions 107

CHAPTER 11. ON THE POSSIBILITIES OF USING FORECASTING METHODS IN THE MEDICAL FIELD

Introduction 109

11.1. Forecasting 109

11.2. Information technology (IT) in medical diagnosis 110

11.3. Using multivariate analysis methods to generate predictive information..... 111

11.4. Using regression models in medical practice..... 116

Conclusions 116

CHAPTER 12. PATH TRACING METHOD OF FUNCTIONALLY DEFINED SCENES

Introduction 117

12.1. Built-in GLSL variables 118

12.2. Fragment Shader variables..... 118

12.3. Interface blocks 119

12.4. Path tracing..... 120

Conclusions 125

CHAPTER 13. EVOLUTION OF VIDEO CARD ARCHITECTURES DEVELOPMENT.....127

CHAPTER 14. MEDICAL DATA PROCESSING USING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS

Introduction 135



14.1. Medical-geographical modeling and environmental quality assessment	136
14.2. Research on the effectiveness of using GIS.....	137
14.3. Modeling an epidemic of lung disease.....	138
14.4. Description of the incidence forecast information system.....	139
Conclusions	141

CHAPTER 15. IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE CUSTOMS SYSTEM OF CONTROL AND SECURITY WITH THE HELP OF RADIOELECTRONIC MODERNIZATION

Introduction	142
15.1. The current state of customs control	142
15.2. Analysis of recent research and publications of customs inspection.....	143
15.3. The purpose of the study of the customs control and security system ..	144
15.4. Customs control with the help of electronic modernization	144
Conclusions	147

CHAPTER 16. THE ROLE OF SAFETY CULTURE IN THE FORMATION OF A PRECAUTIONARY ATTITUDE TO THE THREATS AND RISKS OF THE TRANSPORT PROCESS

Introduction	148
16.1. Analysis of recent research and publications	148
16.2. Function-oriented transport decomposition	149
16.3. Residual risk management	152
16.4. Safety culture as a social attitude of the necessary precautionary attitude to ensuring safety	153
Conclusions	156

CHAPTER 17. PROBLEMS AND PERSPECTIVES OF DEVELOPMENT IN TRANSPORT SECTOR OF UKRAINE

Introduction	157
17.1. Role of the transport in economy of the Ukraine.....	157
17.2. Current state of Ukrainian ports.....	160
17.3. Ukrainian inner waterways	162
Conclusions	162

CHAPTER 18. COMPREHENSIVE RECONSTRUCTION OF THE CITY AS A FORM OF ITS EXISTENCE

Introduction	165
18.1. Phases of city development.....	166
18.2. The concept of "comprehensive reconstruction of the city". Types of reconstructive activities.....	169
18.3. Types of reconstruction.....	171
18.4. Integral model of comprehensive reconstruction of the city	174



18.5. Forms of reconstructive activity.....	175
Conclusions	177

CHAPTER 19. THE TECHNOLOGY OF USING AERATED CONCRETE AND FACTORS THAT AFFECT THE INDOOR MICROCLIMATE

Introduction	178
19.1. Requirements for the quality of structural elements of autoclaved aerated concrete blocks.....	178
19.2. Calculation of walls of non-reinforced masonry under the action of vertical loads	180
19.3. Technology of aerated concrete use.....	182
19.4. Factors that affect the indoor microclimate	183
Conclusions	186

CHAPTER 20. ANALYSIS OF URBAN AIR POLLUTION

Introduction	188
20.1. Air pollution of cities in the world.....	188
20.2. Assessment of the state of air pollution in Ukraine	190
20.3. The impact of harmful pollutants on human health	192
Conclusions	195

CHAPTER 21. THE PRINCIPLES OF SACRED GEOMETRY IN THE FORMATION OF THE ARCHITECTURAL IMAGE OF AN ORTHODOX CHURCH

Introduction	196
21.1. Proportions and ratios	196
21.2. Applying proportions to the construction of temples	198
21.3. Geometric aspects in contemporary church architecture	201
Conclusions	203

CHAPTER 22. FORMATION FEATURES OF THE STREET SPATIAL FRAME AS THE BASIS OF THE KHARKOV CITY TRANSPORT SYSTEM

Introduction	204
22.1. The formation genesis of the streets transport system.....	204
22.2. Modern Kharkiv transport system and features of its construction	207
22.3. Problems and tasks of studying the peculiarities of the spatial framework and transport system formation of the city.....	207
22.4. The main characteristics of the urban city framework as a system of solutions to the formation problems on the example of the Kharkiv city structure.....	208
Conclusions	210

References	212
-------------------------	------------

**KAPITEL 1 / CHAPTER 1.****ENSURING OF AN ECOLOGICAL SAFETY OF EUTROPHIC WATER BODIES VIA THE IMPLEMENTATION OF PRIORITY WATER DISPOSAL TECHNOLOGIES IN SETTLEMENTS**

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ЕВТРОФОВАНИХ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ШЛЯХОМ ВПРОВАДЖЕННЯ ПРІОРИТЕТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВОДОВІДВЕДЕННЯ В НАСЕЛЕНИХ ПУНКТАХ

DOI: 10.30890/2709-2313.2021-04-04-014

Вступ

Забезпечення екологічної безпеки евтрофованих водних об'єктів (ЕВО) та сталого розвитку населених пунктів, яке б гарантувало належний рівень умов життєдіяльності населення, може бути реалізовано шляхом розв'язання екологічних та соціально-економічних проблем, яке гарантує належний рівень розвитку та умови життєдіяльності мешканців населених пунктів (НП), відкриває нові можливості.

Захист і відновлення цілісності водних екосистем є однією з базових складових сталого розвитку України та набуває пріоритетного значення для подальшого розвитку України на засадах сталого розвитку. У подальшому це сприятиме захисту її національних інтересів.

Існуючий рівень забруднення і втрата біологічного розмаїття водних об'єктів, скорочує їх здатність до самовідновлення. На сьогодні, одним з головних чинників, який негативно впливає на якість водного об'єкту (ВО), є антропогенне евтрофування та «цвітіння» синьо-зелених водоростей (СЗВ), яким на сьогодні охоплено водні об'єкти багатьох країн світу.

Необхідність підвищення екологічної безпеки ЕВО – джерел питного водопостачання та рекреаційного використання в НП обумовлюється необхідністю забезпечення належного рівня умов життєдіяльності населення.

Актуальність даного напрямку визначається важливістю проблеми підвищення екологічної безпеки поверхневих водних об'єктів (ПВО) України внаслідок їх інтенсивного антропогенного евтрофування, наслідком якого є «шкідливе цвітіння ціанобактерій» (синьо-зелених водоростей). На сьогодні ним охоплено водні об'єкти (прісноводні та прибережні морські) багатьох країн світу. Антропогенному евтрофуванню поверхневих водних об'єктів, а саме джерел питного водопостачання та рекреаційного використання в НП сприяє потрапляння господарсько-побутових стічних вод при аварійних ситуаціях на каналізаційних мережах та недостатньо очищених і неочищених поверхневих та дренажних стічних вод.

Забезпечення екологічної безпеки ЕВО, яке б гарантувало належний рівень умов життєдіяльності населення, може бути реалізовано шляхом впровадження технологій екологічно безпечного водовідведення (ЕБВ) у процес функціонування існуючих систем водовідведення. Під екологічно безпечним водовідведенням будемо розуміти комплекс організаційних та технологічних заходів, що забезпечують збір, відведення та очищення усіх видів стічних вод, які скидаються у водні об'єкти, з метою збереження та покращення стану ПВО.



Забезпечення екологічної безпеки евтрофованих водних об'єктів України шляхом обґрунтованого методу вибору для впровадження пріоритетних технологій екологічно безпечного водовідведення в населених пунктах є актуальним напрямом для подальшого розвитку на шляху кожної держави в напрямку стійкого розвитку.

1.1. Екологічна безпека населених пунктів, розташованих на евтрофованих водних об'єктах, у царині засад сталого розвитку

Сталий розвиток населених пунктів – збалансований еколого–соціальний розвиток спрямований на створення економічного потенціалу, повноцінних умов життєдіяльності для сучасного та наступних поколінь на основі раціонального використання ресурсів (природних, трудових, виробничих, науково-технічних, інтелектуальних тощо). Впровадження положень сталого розвитку призводить до поліпшення умов проживання, відпочинку та оздоровлення населення шляхом покращення якості питної води, збереження та збагачення біологічного різноманіття та культурної спадщини урбанізованих територій [1-4].

Збільшення антропогенного евтрофування є особливо актуальним питанням сьогодення. Незадовільний стан систем водовідведення населених пунктів, розташованих на ЕВО сприяє надходженню у ці водні об'єкти значної кількості органічних та біогенних речовин, патогенної мікрофлори, що негативно впливає на їх рівень евтрофування.

Ідея захисту і відновлення цілісності водних екосистем та глобальної стратегії забезпечення сталого розвитку суспільства, дозволить Україні досягти об'єктивності в оцінці стану водних екосистем, що є особливо важливим при прийнятті управлінських рішень у галузі екологічної безпеки евтрофованих поверхневих водних об'єктів – джерел питного водопостачання та рекреаційного використання в НП.

У відповідності до європейської практики водна політика держави має опиратися на такі основні положення [1, 2, 5]:

- високий рівень охорони водного середовища;
- спільний підхід до точкових і розпоршених забруднень;
- застосування доступних технічних і наукових знань;
- використання «найкращої доступної техніки та практики» для обмеження точкових викидів та обмеження територіальних забруднень.

Соціальна складова стійкості розвитку НП розташованого на ЕВО, спрямована на зменшення впливу евтрофування на життєдіяльність населення, в тому числі небезпеки його використання як джерела питного постачання та при рекреаційному використанні.

Економічний підхід до концепції стійкого розвитку складається з урахуванням можливостей місцевої громади концентрувати фінансові ресурси з різних джерел фінансування (державного, регіонального та місцевого) для поліпшення стану систем водовідведення в НП, ефективного витрачання коштів



на ці цілі. При цьому необхідно окреслювати першочергові задачі з урахуванням обмеженості ресурсів в даний час.

1.2. Вплив існуючих систем водовідведення з територій населених пунктів на стан евтрофованих водних об'єктів

Системи централізованого водовідведення – це комплекс мереж та інженерних споруд для збирання та очищення стічних вод, перероблення відходів з цих споруд та відведення у водні об'єкти очищених вод [6, 7]. Централізованим водовідведенням згідно з даними Національної доповіді про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2015 р. [7] забезпечено 385 міст, 397 селищ міського типу та 530 сільських населених пунктів.

З урахуванням постійного зростання навантаження техногенного характеру на поверхневі водні об'єкти, основні джерела питного водопостачання та рекреаційного використання в НП України характеризуються недостатньою якістю [8]. До основних чинників техногенного навантаження відносять: високу аварійність водопровідних та каналізаційних мереж, випуск у водойми неочищених або недостатньо очищених стічних вод [8].

У переважній більшості населених пунктів України функціонує роздільна система водовідведення. В даній системі такі стічні води як господарсько-побутові та виробничі збираються, транспортуються та очищаються на біологічних очисних спорудах каналізації. Поверхневі та дренажні стічні води збираються і транспортуються окремою мережею водовідведення дощової каналізації. Для їх очищення застосовують пристрої механічного очищення, такі як, відстійники, нафтовловлювачі, тощо, але дуже часто якість очищення вод не задовольняє нормативним вимогам. Більше того, переважна частина цих вод скидається у водні об'єкти без очищення. Особливо це важливо при ситуації яка склалась в Україні з системами водовідведення – до 2 % від обсягу господарсько-побутових стічних вод в аварійних ситуаціях стають ПСВ. Тому потребують біологічного очищення. Дренажні стічні води також треба чистити біологічно [9, 10].

В частині населених пунктів функціонує напівроздільна система водовідведення, при якій існує дві самостійні вуличні мережі трубопроводів для відведення господарсько-побутових, виробничих і поверхневих та дренажних стічних вод, що з'єднуються між собою спеціальними розподільчими камерами, через які надлишкова кількість дощових вод під час злив скидається у водні об'єкти без очищення [9, 10]. Напівроздільна система відрізняється від повної роздільної тим, що у її складі передбачено облаштування загальносплавного головного колектора, який і забезпечує відведення стічних вод усіх видів – господарсько-побутових, виробничих і поверхневих та дренажних на очисні споруди. Для зменшення діаметра труб головного колектора і відповідно продуктивності очисних споруд в місцях



підключення до нього трубопроводів дощової каналізації влаштовують розподільні камери. За допомогою цих камер перші порції найбільш забруднених поверхневих стічних вод, талі води, а також забруднена вода від миття вулиць автоматично направляється в мережі господарсько-побутової каналізації і далі загальносплавним головним колектором відводяться на очисні споруди. Перевагою напівроздільної системи водовідведення над роздільною є зменшення негативного впливу поверхневого стоку на поверхневі водні об'єкти за санітарними показниками.

З екологічної точки зору ця система водовідведення менш небезпечна, оскільки під час великих аварій на об'єктах господарювання, транспорті токсичні речовини можуть через дощоприймачі потрапляти у дощову каналізацію і надмірно забруднені поверхневі стічні води можуть вивести з ладу біологічні очисні споруди і завдати шкоди водним об'єктам.

Загальносплавна система водовідведення. При даній системі водовідведення всі три види стічних вод відводяться однією спільною мережею труб і колекторів [9, 10]. Особливістю цієї системи є наявність на головних колекторах зливоспусків, через які частина суміші господарсько-побутових, виробничих і поверхневих та дренажних стічних вод скидається без очищення у водні об'єкти. Засорення решіток і піскоуловлювачів спричиняється після довготривалої сухої погоди, перші порції дощових вод приносять на очисні споруди таку кількість механічних домішок, що спричиняє засмічення решіток і піскоуловлювачів. В період дощів при великих гідравлічних навантаженнях має місце значний винос біомаси із вторинних відстійників, а в результаті підвищеного вмісту мінеральних нерозчинених речовин знижується ефективність зброження осаду. Таким чином, поверхневі стічні води при загальносплавній каналізації, з однієї сторони погіршують роботу очисних споруд, а з другої – значно забруднюють водойму за рахунок скиду надлишкових неочищених стічних вод [9, 11].

При загальносплавній системі водовідведення також не гарантується постійна ефективна робота очисних біологічних споруд, бо вони є беззахисними перед надходженням на них дуже забруднених виробничих стічних вод, які виводять із ладу біологічні ланки споруд. В аварійних ситуаціях поверхневі та дренажні стічні води, до складу яких входять побутові і інші стічні води, забруднюють і засмічують водотоки і водойми в межах населених пунктів. Водовідведення по загальносплавній системі є також екологічно небезпечним щодо водних об'єктів. Загальносплавна система водовідведення в населених пунктах України поширення не набула [9].

Змішана (комбінована) система водовідведення набула поширення в населених пунктах України внаслідок забудови нових районів, розширення меж міст, в яких водовідведення здійснювалося однією мережею труб і каналів (існуючою загальносплавною системою водовідведення). Через те, що в суху погоду головні колектори загальносплавної каналізації районів старої забудови завантажені неповністю, то до них приєднували мережі господарсько-побутової каналізації від районів нової забудови. Для відведення поверхневих та дренажних стічних вод, які не могли бути прийняті в існуючі колектори,



будували самостійні мережі дощової каналізації для відведення дощових, талих стічних вод в найближчі водні об'єкти зі скидом їх без очищення. Комбінована система водовідведення, при якій в одних районах населеного пункту зберігалось відведення усіх категорій стічних вод однією мережею трубопроводу (загальносплавна система водовідведення), а в районах нової забудови водовідведення здійснюється двома мережами (роздільна система водовідведення) [9, 10].

Комбінована система водовідведення є також екологічно небезпечною відносно водних об'єктів, бо їй притаманні всі риси екологічно небезпечного водовідведення роздільної і загальносплавної систем відведення стічних вод в населених пунктах України. Очисні біологічні споруди є беззахисними від надходження на очищення надмірно забруднених виробничих і поверхневих стічних вод, а водні об'єкти незахищеними від забруднення і засмічення їх поверхневими стічними водами [9, 10].

З систем дощової каналізації забудованих територій населених пунктів, доріг, поверхневі стічні та дренажні води скидаються у водні об'єкти практично у повному обсязі без очищення. Забруднення, які проходить через решітки дощоприймачів, що не пристосовані до уловлювання сміття, потрапляє в трубопроводи відведення поверхневих стічних вод і в водні об'єкти, засмічуючи одні і другі і спричиняє в них процеси замулення, засмічення та захащення. Завислі речовини осідаючи у водостоках накопичуються і зменшують їх перерізи та відповідно пропускну здатність. В результаті цього пропускну здатність трубопроводів відведення поверхневих стічних вод зменшується до мінімальної і навіть за дощів середньої інтенсивності поверхневі води стікають настільки повільно, що часто затоплюють автошляхи і пониження, зумовлюючи багато незручностей. Засмічення дощовідвідних трубопроводів в населених пунктах є звичайним явищем. Практика експлуатації мереж водовідведення показує, що відновлення пропускну здатності захащених, закупорених мереж водовідведення є дуже трудомісткою роботою і потребує для промивання використання потужної техніки протягом тривалого часу. Через відсутність у дощоприймачах устаткування для уловлювання сміття призначеного для осаду трубопроводів швидко відновлюється.

У НП з відсутнім централізованим водовідведенням населення для відведення стічних вод використовує септики або вигрібні ями. Таке використання може спричинити погіршення екологічного стану водних об'єктів – джерел водопостачання, та забруднення їх патогенними бактеріями та вірусами [9].

Таким чином, в Україні на сьогодні водовідведення в населених пунктах можна визначити як екологічно небезпечно по відношенню до ПВО. Виникає загроза екологічних ускладнень, що може бути обумовлена неупорядкованістю систем водовідведення в НП та несвоєчасним проведенням робіт з їх реконструкції та відновлення мереж і споруд або їх відсутністю. Особливо небезпечною є проблема скиду в аварійних ситуаціях неочищених та недостатньо очищених господарсько-побутових стічних вод разом із



поверхневим стоком, а також, поверхневих та дренажних стічних вод, що утворюються під час гасіння пожеж і при різних аваріях і катастрофах техногенної природи. Скидання неочищених ПСВ з територій населених пунктів як по трубопроводах, так і поверхневим способом, може нести загрозу погіршення стану ПВО.

Таким чином, одним з напрямів вирішення проблеми щодо зменшення негативного впливу існуючих систем водовідведення з територій НП на екологічний стан евтрофованих водних об'єктів в Україні є впровадження європейського досвіду, тобто впровадження екологічно безпечного водовідведення в НП організованого у відповідності до вимог сталого розвитку, а саме: забезпечення умов життєдіяльності мешканців НП, збереження та покращення стану екосистем ПВО.

1.3. Технології екологічно безпечного водовідведення як інструмент зниження евтрофування водних об'єктів

Характеристика технологій екологічно безпечного водовідведення повинна базуватись на відповідності критеріям та вимогам, які ставляться до неї, які визначені у основних положеннях концепції сталого розвитку та вимог ЄС [12] щодо впровадження «найкращих доступних технологій» в існуючі системи водовідведення населених пунктів [9, 13]. Основні технології ЕБВ спрямовані на усунення негативних наслідків впливу антропогенних та природних чинників на життєдіяльність населення, збереження та поліпшення стану водних об'єктів – джерел питного водопостачання та рекреаційного використання [13, 14].

T1 Очищення поверхневих стічних вод на біоінженерних спорудах. Одним з досить ефективних та відносно дешевих видів споруд біологічного очищення та доочищення вод є біоінженерні споруди (БІС).

T2 Очищення поверхневих стічних вод на комунальних спорудах біологічної очистки стічних вод (БОС).

T3 Будівництво двох акумулюючих ємностей на БОС для регулювання ПСВ і перехоплення залпових скидів стічних вод.

T4 Очищення ПСВ з окремих територій, що мають самостійний випуск у водний об'єкт на компактних очисних спорудах.

T5 Застосування дощоприймачів з прямком для осаду. Досвід експлуатації дощоприймальних колодязів без прямків для осаду показав, що за умови надходження поверхневих стічних вод з вмістом завислих речовин понад 1000 мг/дм³ спостерігається збільшення аварійної закупорки трубопроводів дощової каналізації, замулення та зменшення пропускної здатності водостоків [9, 10].

T6 Локальна очистка ПСВ з території автостоянок, заправних станцій, торгових центрів з подальшим скидом в зливову каналізацію НП.

T7 Організаційно-технічні заходи щодо зменшення кількості забруднень поверхневого стоку або поліпшення санітарного стану водозбірних територій.



Забруднення поверхневого стоку в значній мірі залежить від багатьох показників, таких як: кліматичні умови, санітарний стан басейну водозабору і приземної атмосфери.

T8 Збільшення площ каналізування територій НП. Організація відведення поверхневого стоку.

T9 Покращення технічного стану мереж водовідведення. Забезпечення стабільної роботи комплексу мереж водовідведення можливе за умови підтримання регламенту їх експлуатації, своєчасного і якісного виконання нормативних обсягів планово-попереджувальних ремонтів, своєчасного виявлення і ліквідації аварій, а також виконання технічних та санітарних заходів щодо забезпечення належного стану територій, організованого приймання стічних вод у мережі, очищення стічних вод з урахуванням нормативних вимог до їх використання або ж випуску у водні об'єкти та до перероблення відходів каналізаційних споруд для подальшої їх утилізації [9, 10].

Основні технології, які відповідають критеріям екологічно безпечного водовідведення та сучасному рівню досягнень у галузі захисту водних об'єктів і відносяться до категорії «найкращих доступних технологій», в частині комплексного вирішення проблеми забезпечення екологічно безпечного водовідведення в населених пунктах, розташованих на евтрофованих водних об'єктах.

1.4. Програмно-аналітичний метод вибору пріоритетних технологій екологічно безпечного водовідведення в населених пунктах

Обґрунтування прийняття управлінських рішень, щодо вибору пріоритетних (першочергових) технологій із дев'яти основних з урахуванням складових сталого розвитку (екологічної, соціальної, економіко-технологічної) вимагає розробки програмно-аналітичного методу вибору пріоритетних технологій водовідведення з територій населених пунктів. Це вимагає використання сучасних ПП МППР та експертного оцінювання. ПП МППР, базуються на численних факторах та критеріях, оцінюванні кінцевого результату, що повинно забезпечувати прийняття обґрунтованого рішення. При виборі для впровадження пріоритетних технологій водовідведення, вони допоможуть провести аналіз альтернативних варіантів або ж визначити ефективність проходження окремих етапів процесу прийняття рішення [15, 16, 17].

З урахуванням складових сталого розвитку населеного пункту запропоновано програмно-аналітичний метод декомпозиції складної задачі обґрунтування і вибору пріоритетних технологій водовідведення у вигляді ієрархічного уявлення її елементів з подальшим аналізом пріоритетів, шляхом знаходження відносин між елементами через експертні судження, що включають метод аналізу ієрархії Т. Сааті, адаптований для цілей досліджуваних задач [16-19].



Метод аналізу ієрархій (MAI) [18, 19], англomовна назва – Analytic Hierarchy Process запропонований провідним науковцем Т. Сааті (університет м Піттсбург, США) в 70-х рр. ХХ ст. для моделювання багатокритеріальних задач прийняття рішень. Ідея методу полягає в структуризації задач прийняття рішень шляхом побудови багаторівневої ієрархії, яка об'єднує компоненти задачі що потребує вирішення, які далі порівнюються між собою за допомогою спеціально розроблених для цього процедур. В результаті стає можливим отримання чисельних оцінок інтенсивності взаємовпливу елементів ієрархії, на основі яких оцінюються ступенем переваги альтернатив відносно головної мети [18, 19].

MAI, у відповідності з [16-19], складається із трьох етапів:

Перший етап – розробка ієрархічної моделі порівняння елементів (ознак) задачі. Формування групи експертів. При виконанні цього етапу будується ієрархічна модель, кількість рівнів ієрархії у моделі залежить від умов об'єкта дослідження.

Другий етап полягає у формуванні необхідної кількості матриць попарних порівнянь елементів кожного рівня ієрархії. Визначення локальних вагових коефіцієнтів кожного елементу рівня.

Третій етап – розрахунок глобальних вагових коефіцієнтів, індексу узгодженості та відповідно вибір найкращого варіанту рішення.

Метод аналізу ієрархії окрім наочності і можливості інтерпретації моделей що отримуються, а також відносної простоти обчислень, дає інші переваги, серед них можна відзначити основні [16-19]:

- побудова ієрархії добре узгоджується з принципами системного підходу і може надати істотну допомогу фахівцю при аналізі завдання – зокрема, ієрархізація допомагає забезпечити відсутність «прогалів» в моделі, а також виявити ситуації, пов'язані з надмірністю її компонентів, можливістю дублювання розрахунків тощо;

- метод надає процедури оцінки і порівняння альтернатив по невимірним, суб'єктивними критеріями;

- метод стійкий до невеликих порушень узгодженості (транзитивності) суджень експертів.

MAI орієнтований в першу чергу на побудову моделей вибору на кінцевому безлічі заздалегідь відомих альтернатив. При роботі з матрицями попарних порівнянь особливу увагу необхідно приділяти узгодженості оцінок. Недоліком класичного MAI є порівняно мале число критеріїв та альтернатив (не більше 7–10), при яких метод стало працює [19].

1.5. Апробація програмно-аналітичного методу вибору пріоритетних технологій екологічно безпечного водовідведення

Розроблена багатокритеріальна багаторівнева ієрархія вибору пріоритетних технологій екологічно безпечного водовідведення та складені матриці експертних суджень для міст Одеса і Полтава, а також ПрАТ



«Полтавський ГЗК» та виконані відповідні розрахунки. Оцінено достовірність отриманих результатів за величинами відношення індексів узгодженості складених матриць до індексів узгодженості випадкових матриць такого ж порядку, які дають змогу незважаючи на достатньо велику розмірність масиву елементів багатокритеріальної ієрархічної структури вибору технологій екологічно безпечного водовідведення, підтвердити, що проведено попарне порівняння є коректним з досягненням заданого рівня узгодженості ($IY \leq 10\%$) для усіх басейнів водовідведення населених пунктів, що досліджувалися.

Пріоритетною технологією екологічно безпечного водовідведення для м. Одеса визначено: Північний басейн (Т 3, пріоритет 18,81%), Південний басейн (Т 2, пріоритет 18,96%) та район Котовського (Т 1, пріоритет 19,69%). Для м. Полтава (Т 3, пріоритет 18,99%) для першого басейну та для другого басейну (Т 1, пріоритет 19,48%). ПрАТ «Полтавський ГЗК» за комплексом критеріїв визначено Т 6, пріоритет 13,33%.

В цілому, визначено, що даний програмно-аналітичний метод вибору дає коректне попарне порівняння з досягненням заданого індексу узгодженості ($IY \leq 0,1$) для усіх басейнів водовідведення населених пунктів, що досліджувалися, даний результат свідчить про коректність рішення задачі та достовірність отриманих результатів.

З використанням даних апробації встановлено, що для забезпечення екологічної безпеки евтрофованих водних об'єктів, найбільш ефективними є такі технології екологічно безпечного водовідведення, з урахуванням складових сталого розвитку (екологічної, соціальної, економіко-технологічної), які забезпечують збір, відведення та очищення усіх видів стічних та дренажних вод які скидаються у водні об'єкти з метою збереження стану евтрофованого водного об'єкту. Для двох міст Одеса та Полтава на основі розрахованої прогнозової оцінки вартості реалізації перевлаштування водовідведення, з використанням методики прогнозової вартості реалізації перевлаштування водовідведення, визначено, що для м. Одеса ця сума складатиме 1778,11 млн. грн, а для м. Полтава – 509,80 млн. грн відповідно.

Висновки

В населених пунктах України високий рівень екологічної небезпеки евтрофованих водних об'єктів внаслідок недосконалих систем водовідведення. Обґрунтовано необхідність перевлаштування наявних систем водовідведення.

Запропоновано пріоритетні технології водовідведення, які відокремлено на дев'ять технологічних заходів для впровадження в населених пунктах розташованих на евтрофованих водних об'єктах. Встановлено та доведено відповідність технологічних заходів вимогам, що ставляться до ЕБВ та сприятимуть обґрунтуванню управлінських рішень і дозволять забезпечити сталий соціально-екологічний розвиток НП.

Розроблений програмно-аналітичний метод вибору пріоритетних (першочергових) технологій з урахуванням складових сталого розвитку, що



включає метод аналізу ієрархій, для підвищення якості отримуваних результатів при формуванні процесу прийняття рішень у задачах управління екологічною безпекою населеного пункту, розташованого на евтрофованому водному об'єкті (Патент України на корисну модель № 127470) апробовано на конкретних населених пунктах. Визнано, що даний метод, незважаючи на достатньо велику розмірність масиву елементів багатокритеріальної ієрархічної структури вибору пріоритетних технологій, дає коректне попарне порівняння з досягненням заданого індексу узгодженості ($IY \leq 0,1$) для усіх басейнів водовідведення населених пунктів, що досліджувалися, що свідчить про коректність рішення задачі та достовірність отриманих результатів.



KAPITEL 2 / CHAPTER 2.

MODEL AND ALGORITHM DEVELOPMENT DESIGNING A LOCAL NETWORK OF AN EDUCATIONAL ORGANIZATION

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ И АЛГОРИТМА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

DOI: 10.30890/2709-2313.2021-04-04-032

Introduction

The beginning of the 21st century was marked by the rapid quantitative and qualitative growth of computer networks. This trend, which will obviously continue in the coming decades, is well illustrated by the unprecedented growth of the Internet, which has swept all countries of the world [1, 2].

Local computer networks, which are the basis for automating the activities of individual enterprises and firms, and distributed networks covering cities, regions and continents, have penetrated into all spheres of human activity, including economy, science, culture, education, industry, etc.

Modern conditions for the development of information technologies dictate the need for their accelerated application, as the most efficient way to control, manage and exchange data, both within a separate unit and on the scale of an entire production complex. Within the framework of this direction, the introduction of new promising information technologies is required [3].

The growing importance of informatization problems is directly related to changes, both technological and social. No modern enterprise or organization can be imagined without information technology.

2.1. Development of a mathematical model

It is necessary to design a local network for a general education institution. This building consists of 6 floors, the total number of classrooms is 71, the total number of computers is 198.

Choosing a network management method:

Each organization formulates its own requirements for network configuration, determined by the nature of the tasks to be solved. First of all, it is necessary to determine how many people will work in the network. All subsequent stages of the network creation will essentially depend on this decision [4].

The number of workstations directly depends on the expected number of employees.

Another factor is the hierarchy of the company. For a firm with a horizontal structure, where all employees must have access to each other's data, a simple peer-to-peer network is the best solution [5].

A firm, built on the principle of a vertical structure, in which it is precisely known which employee and to what information should have access, should focus on the more expensive version of the network - with a dedicated server. Only in such a



network is it possible to administer access rights [6].

Let's analyze each room, starting from the 1st floor. This floor consists of 8 classrooms (Fig.1):

Площадь помещения : таблица					
		код	этаж	аудитория	площадь ауди
▶	+	1	1	1	50
	+	2	1	2	70
	+	3	1	3	15
	+	4	1	4	30
	+	5	1	5	30
	+	6	1	6	30
	+	7	1	7	30
	+	8	1	8	20

Figure 1 - 1st floor

On this floor there is a room reserved for a wardrobe and does not participate in the calculation (value 0 is assigned), since installation of computers is not provided. 2nd floor (Fig.2):

Площадь помещения : таблица					
		код	этаж	аудитория	площадь ауди
	+	9	2	1	20
	+	10	2	2	85
	+	11	2	3	40
	+	12	2	4	25
	+	13	2	5	40
	+	14	2	6	40
	+	15	2	7	40
	+	16	2	8	15
	+	17	2	9	20

Figure 2 – 2nd floor

On this floor there are two rooms reserved for the gym and the library and are not included in the calculation (value 0 is assigned), since installation of computers is not provided. 3rd floor (Fig. 3):

Площадь помещения : таблица					
		код	этаж	аудитория	площадь ауди
	+	18	3	1	15
	+	19	3	2	20
	+	20	3	3	15
	+	21	3	4	15
	+	22	3	5	20
	+	23	3	6	32
	+	24	3	7	32
	+	25	3	8	20
	+	26	3	9	20
	+	27	3	10	20
	+	28	3	11	20

Figure 3 – 3rd floor



4th floor:

Площадь помещения : таблица				
	код	этаж	аудитория	площадь ауди
+	29	4	1	32
+	30	4	2	32
+	31	4	3	20
+	32	4	4	15
+	33	4	5	25
+	34	4	6	25
+	35	4	7	20
+	36	4	8	32
+	37	4	9	32
+	38	4	10	20
+	39	4	11	20
+	40	4	12	20
+	41	4	13	20

Figure 4 – 4th floor

5th floor:

Площадь помещения : таблица				
	код	этаж	аудитория	площадь ауди
+	42	5	1	12
+	43	5	2	20
+	44	5	3	30
+	45	5	4	20
+	46	5	5	20
+	47	5	6	20
+	48	5	7	20
+	49	5	8	20
+	50	5	9	20
+	51	5	10	20
+	52	5	11	20
+	53	5	12	780
+	54	5	13	20

Figure 5 – 3th floor

6th floor:

Площадь помещения : таблица				
	код	этаж	аудитория	площадь ауди
+	55	6	1	20
+	56	6	2	20
+	57	6	3	30
+	58	6	4	30
+	59	6	5	30
+	60	6	6	30
+	61	6	7	20
+	62	6	8	20
+	63	6	9	30
+	64	6	10	20
+	65	6	11	15
+	66	6	12	15
+	67	6	13	20
+	68	6	14	30
+	69	6	15	30
+	70	6	16	20
+	71	6	17	20

Figure 6 – 6th floor



After the analysis of each room has been carried out, in the future, it is necessary to distribute computers by classrooms and find out their total number: in this case, the organization needs to combine 71 workstations into a local network (Fig. 7).

Компьютер : таблица					
	код	этаж	количество аудиторий	количество компьют	
▶	1	1	8	11	
	2	2	9	48	
	3	3	11	32	
	4	4	13	36	
	5	5	13	30	
	6	6	17	41	

Figure 7 – The analysis of computers

From the analysis it follows that in this case, the installation of a server is required, since we have a vertical structure of the enterprise, that is, delimited access to information.

Choice of network architecture: any computer network is characterized by:

- topology (reflects the structure of links);
- protocols (they represent the rule of interaction of functioning elements in the network);
- network technical means (various devices that ensure the integration of computers into a single, local network);
- network software (control the operation of a computer network and provide an appropriate interface with users).

The choice of topology is determined, in particular, by the layout of the room in which the LAN is deployed. In addition, the cost of purchasing and installing network equipment is of great importance, which is an important issue for an organization [7, 8].

The star topology is the most reliable and fastest of all computer network topologies, since data transmission between computers passes through the server (with good performance) on separate lines used only by these computers. The frequency of requests for information transfer from one computer to another is low, compared to the frequency observed in other topologies [9, 10].

2.2. Managing network resources

The next important aspect of network planning is the sharing of network resources (printers, faxes, modems, and other devices).

The listed resources can be used both in peer-to-peer networks and in networks with a dedicated server. However, in the case of a peer-to-peer network, its shortcomings are immediately revealed. To work with the listed components, they must be installed on a workstation or connected to peripheral devices. When this station is turned off, all components and related services become unavailable for collective use [11, 12].



In networks with a server, such a computer exists by definition. The network server almost never shuts down, except for short maintenance stops. Thus, round-the-clock access of workstations to the network periphery is provided.

The organization has one printer in each room. Now you need to connect the printer to the LAN. There are several ways to do this.

1. Connection to a workstation.

The printer connects to the closest workstation to the printer, making that workstation the print server. The disadvantage of this connection is that the performance of the workstation is temporarily degraded during the execution of print jobs, which negatively affects the performance of applications with heavy printer use. In addition, if the machine is shut down, the print server becomes unavailable to other sites.

2. Direct connection to the server.

The printer is connected to the parallel port of the server using a special cable. In this case, it is constantly available for all workstations. The disadvantage of this solution is due to the limitation in the length of the printer cable, which ensures correct data transfer. Although the cable can be extended for 10 meters or more, it should be installed in ducts or ceilings, which will increase network costs.

3. Connection to the network through a dedicated network interface [13, 14].

The printer is equipped with a network interface and connects to the network like a workstation. The interface card acts as a network adapter, and the printer registers itself with the server as a LAN node. The server software sends print jobs over the network directly to a connected network printer.

In networks with a bus topology, the network printer, like workstations, is connected to the network cable using a T-connector, and when using a star, through a hub.

The interface card can be installed in most printers, but the cost is quite high.

4. Connection to a dedicated print server.

An alternative to the third option is to use dedicated print servers. Such a server is a network interface assembled in a separate housing with one or more connectors (ports) for connecting printers. However, in this case, using a print server is impractical.

In this case, the third method of connecting the printer to the LAN is more efficient.

After carrying out this analysis, it is necessary to calculate the cable length required for the design of the network. We find the length of the cable by the formula:

$$L = k_i * N_i + l_{n_i} * (N_i - 1), L < L_z, \quad (1)$$

where k_i is a coefficient depending on S premises; (matrix of values, in the database)

N_i is the total number of classrooms of a given area (see table);

$l_{n_i}(N_i - 1)$ - an expression that calculates the length between audiences (i.e. corridor = 2m is included in the calculation);

l_{n_i} - average cable length between classrooms (from 2 to 7m);

L_z - the specified length value (taking into account 1m per one PC and the total



S of the room), $i = 1 \dots I$.

For example

$$L = 12 * 1 + 2 * (1-1), L = 12;$$

Here: $(12 * 1)$ - only one room out of 71 with a given area;

2 - the width of the corridor;

$(1-1)$ - since the distance from room to room can change, then we decrease by 1;

Next, we calculate the cable length for the corresponding area of the room - for a room with an area of $15m^2$; $20m^2$, etc.

Find the cable length required for one room:

$$l_{i,n} = k_j * k_n,$$

where k_j is a coefficient depending on S premises; (matrix of values, in the database)

k_n - shows the number of such rooms; n - audience number;

Let's find the cable length for all classrooms located on the same floor:

$$L_i = \sum_i * l_{j,n},$$

where l_j, n is the total number of classrooms located on one floor.

Next, the cost of the cable is calculated:

The total number of computer classes in the building is 7, so we will use fiber optic, and between classrooms - twisted pair.

In the future, it is required to calculate the total cost of the projected network, which we will find by applying the approach of the multicriteria utility theory - MAUT.

Let us present the stages of solving the problem with the MAUT approach:

- Develop a list of criteria;
- Build the utility functions for each of the criteria;
- Check some conditions that determine the form of the general utility function;
- Construct the relationship between the assessments of alternatives by criteria and the overall quality of the alternative (multi-criteria utility function);

Evaluate all available alternatives and choose the best one [15, 16].

Knowing the range of variation of estimates for each of the criteria, we construct a function that determines the utility for decision makers of each estimate from this range. The maximum value of this function is set equal to one, and the minimum - zero. Initially, two points of the utility function are known: $U(120000) = 1$, $U(100000) = 0$. Typical lotteries are used to find intermediate points.

Table 1 – Characteristics of criteria

Criterion	Worst value	Best value
(C1) Cost of cable length	120000	100000
(C2) Cost of computers	3000000	2700000
(C3) Equipment cost	100000	80000
(C4) Total cost of the network project	3500000	2900000

In lottery 1 in Fig. 8 (left), the decision maker is given the following task:

"Determine the equivalent of certainty for a lottery that has, with equal probabilities ($p = 0.5$), the best and worst value of the cost of the cable length." The decision maker is presented with a number of values (for example, 110000, 110500, 115500, etc.) and asked whether, in his opinion, the equivalent of certainty is above or below this value. Suppose that the decision maker stopped at the value 110000. Then it is concluded that $U = 0.5$ corresponds to 110000. Other values of the utility function are determined similarly.

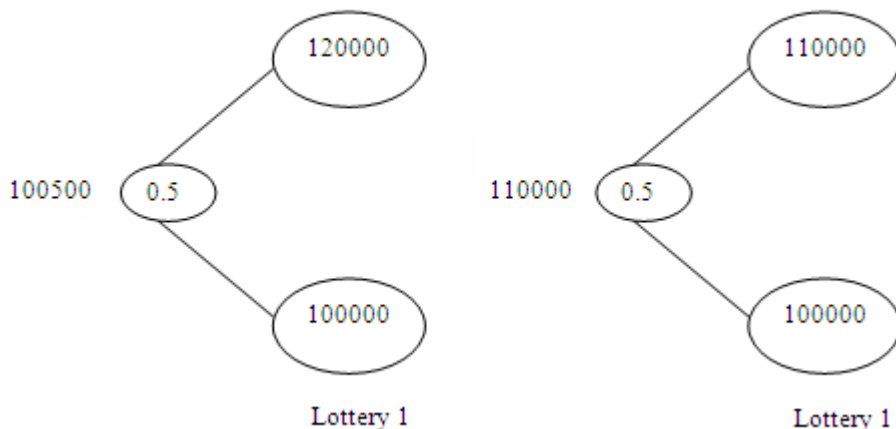


Figure 8 – Typical lotteries used to construct a utility function based on one criterion

To determine the general utility function, it is necessary to check the conditions of independence in utility and independence in preference. Verification of the utility independence condition can be combined with the previous stage of constructing one-criterion utility functions.

In fig. 3 shows the left lottery from Fig. 8. First, the decision-maker is told that when finding the equivalent of certainty, he must take into account that the other criteria have the best values (top right in Fig. 9). Then the decision maker is given the same task, but under the assumption that the other criteria have the worst values (bottom right in Fig. 9). If the equivalent of certainty in the two cases is the same, then it is concluded that the criterion does not depend on the utility of other criteria.

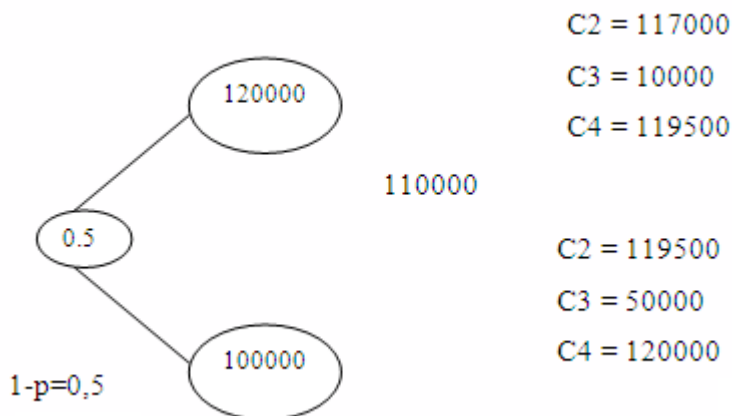


Figure 9 – Verification of the utility independence condition

For completeness of checking the condition of independence in terms of utility, this check should be carried out for all lotteries (for example, for lottery 2 in Fig. 8). However, approximate verification is often used - only for the first of the lotteries.

When checking the independence condition, according to preference, planes are considered, where the values of two criteria are plotted along the axes. An example of such a plane for criteria C1, C2 is shown in Fig. 10. First, it is assumed that according to other criteria (in our case, according to the C3 criterion) there are the best values (C3 = 10000).

Initially, the decision maker must determine his preference between the alternatives [(C2) min; (C1) max] and [(C2) max; (C1) min]. In our case, the decision maker compares the area of the premises to determine the cost of the cable length with the estimates (119500; 100000) (117000; 120000) - two extreme points A and B on the axes, provided that C3 = 10000. Suppose Option A is preferred. This means that the criterion of the cost of the cable length is more important for the decision maker than the criterion of the cost of computers. Further, such a point on the C1 criterion scale is determined that options A and K are equally preferable for decision makers. In other words, we are looking for such a cost C1, at which the options (119500; 100000) and (117000; C1 *) are equally preferred. Then exactly the same search for the point of indifference is carried out at C3 = 10000. If the results coincide, then it is concluded that the pair of criteria C1, C2 does not depend on the third criterion [17-19] by preference. To find the numerical value of the weight of the C1 criterion (and, therefore, all criteria), the decision maker is proposed to compare the two strategies shown in Fig. 10, and determine the probability p at which both strategies are equivalent. The first strategy is an alternative that scores better on the first criterion and worse on the other two. The second strategy is a lottery that gives with probability p an alternative with all the best estimates and with probability (1-p) - an alternative with all the worst estimates. Suppose that such p is found. Then $U(A) = U(B)$, or $w_1 = p$. Let $w_1 = 0.55$. Then $w_2 = 0.22$; $w_3 = 0.33$; $w_4 = 0.44$.

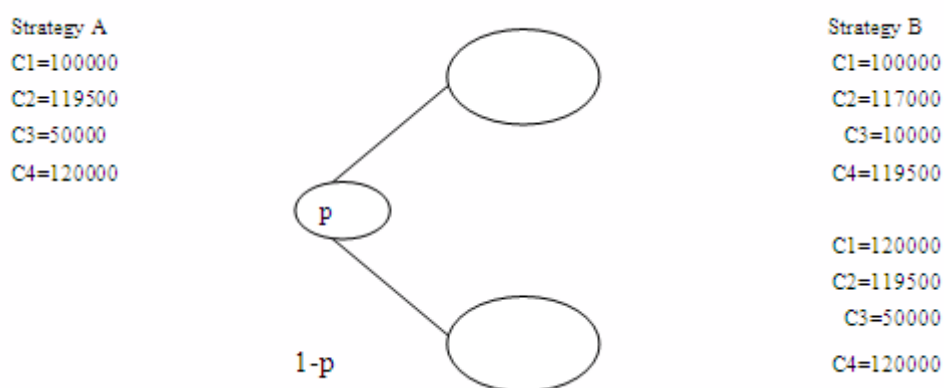


Figure 10 – Determination of the coefficient w1

After finding the criterion weights and constructing one-criterion utility functions, we have all the necessary information. In accordance with the theoretical results, it remains to establish the type of the utility function. In our case, the sum of the criteria importance coefficients



$$\sum_{i=1}^4 w_i = 1.1. \quad (2)$$

Considering the obtained value close enough to one, we choose the additive form of the utility function representation:

$$U(x) = \sum_{i=1}^N w_i U_i(x)$$

Knowing the estimates of alternatives (cost options), we can substitute them into this formula, determine the usefulness of each alternative, compare the utility and choose the alternative with the greatest utility.

Let four alternatives be given with the following estimates:

A(118000; 10000);

B(117000; 15000);

C(116000; 20000);

D(113000; 25000).

Substituting into the formulas for calculating the utility of alternatives the values of the utility of the estimates and the weight of the criteria, we get:

$$U(A) = 0.55 * 0.25 + 0.22 * 0.4 + 0.33 * 0.89 = 0.52;$$

$$U(B) = 0.684; \quad U(C) = 0.66; \quad U(D) = 0.705;$$

$$U(D) > U(B) > U(C) > U(A).$$

So alternative D is the best.

Conclusion

This paper deals with the organization of a local computer network of a general educational institution.

This topic is of great importance for the further development of the enterprise. Today, the development and implementation of local information networks is one of the most interesting and important tasks in the field of information technology. There is a need to use the latest information transfer technologies. The intensive use of information technologies is already the strongest argument in the competitive struggle that has unfolded in the global market.

The tasks of choosing a network architecture, configuration of network equipment were set and successfully solved, issues of management of network resources and network users, network security issues, and also a calculation of the costs of creating an enterprise network were made.



KAPITEL 3 / CHAPTER 3. MONITORING OF TECHNICAL CONDITION OF THE DC ELECTRIC MOTOR

МОНІТОРИНГ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЕЛЕКТРОДВИГУНА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

DOI: 10.30890/2709-2313.2021-04-04-071

Вступ

Неякісне налагодження комутації, регулярні перевантаження електродвигуна постійного струму, а також зношення щіток супроводжуються іскрінням на його колекторі, що призводять до погіршення технічного стану щітково-колекторного вузла, енергетичних показників функціонування, а іноді й до виходу з ладу самого двигуна. Для налагодження процесу комутації та визначення та визначення технічного стану колекторного двигуна необхідно ідентифікувати рівень іскріння в перехідному контакті щітка-колектор та рівень зношення самих щіток.

В роботах [1] та [2] здійснено аналіз причин виникнення іскріння між щітками та колектором в електричних двигунах постійного струму. Параметри, які впливають на ці причини, досліджено в роботах [3] – [5]. Пристрої, що дозволяють діагностувати щітково-колекторний вузол електричного двигуна постійного струму, запропоновані в роботах [6] – [9]. Однак запропоновані пристрої не дозволяють вимірювати інтенсивність та швидкість зношення щіток, а також їх ресурс.

Також доцільним є моніторинг технічного стану всього електродвигуна.

3.1. Визначення параметрів щітки та її ресурсу

Наявність та інтенсивність іскріння на колекторі можна визначити за потужністю, яка виділяється під щіткою:

$$\Delta P = \frac{L_c \cdot i_k^2}{2 \cdot \tau_k \cdot b_{щ}} \cdot \mathcal{G}_k, \quad (1)$$

де L_c – індуктивність секції; i_k – струм, що протікає через щітку; τ_k – колекторне ділення; $b_{щ}$ – ширина щітки; \mathcal{G}_k – колова швидкість колектора:

$$\mathcal{G}_k = \frac{K \cdot b_k \cdot n}{60}, \quad (2)$$

де K – число колекторних пластин; b_k – ширина колекторної пластини; n – швидкість обертання колектора.

Величину зношення щітки можна визначити з виразу:

$$\Delta R_{щ} = (C_{ф.щ} P_{ср.щ} + C_{I.щ} P_{ср.щ}^{0,5} + C_{е.щ} \Delta P) \cdot \Delta t, \quad (3)$$

де $C_{ф.щ}$ – коефіцієнт фрикційної складової зношування щітки; $P_{ср.щ}$ – середнє значення тиску щітки на часовому проміжку Δt ; $C_{I.щ}$ – коефіцієнт



струмової складової зношування щітки; $C_{e.щ}$ – коефіцієнт ерозійної складової зношування щітки.

Биття колектора визначається з виразу:

$$\delta = 0,047 \cdot \frac{D^{0.16}}{n}, \quad (4)$$

де D – діаметр колектора.

Швидкість зношення щітки можна визначити з виразу:

$$\Delta V_{щ} = nC_{ф.щ}P_{ср.щ} + n^{3/4}i_k^{0,5}C_{ек.щ}P_{ср.щ}^{0,5} + nC_{е.щ}\Delta P, \quad (5)$$

де $C_{ек.щ}$ – коефіцієнт електрокорозійного зношування щітки; $C_{е.щ}$ – коефіцієнт електроерозійного зношування щітки.

Залишковий ресурс щітки можна визначити з виразу:

$$T_{щ} = \frac{l_{щ} - l_{щ.доп}}{\Delta V_{щ}}, \quad (7)$$

де $l_{щ}$ – довжина щітки; $l_{щ.доп}$ – мінімально допустима довжина щітки.

3.2. Моніторинг щітково-колекторного вузла електродвигуна постійного струму

За результатами досліджень синтезовано структуру пристрою для моніторингу щітково-колекторного вузла електродвигуна постійного струму, подану на рис. 1. На рис. 1: 1 – сенсор імпульсів; 2 – формувач прямокутних імпульсів; 3 – інвертор; 4, 5 – перший і другий одинвібратори; 6, 7, 9, 12, 13 – перший-п'ятий блоки пам'яті; 8, 78 – перший та другий блоки віднімання; 10, 11 – перший та другий блоки визначення середнього квадратичного відхилення; 14, 15 – перший та другий блоки визначення середнього значення; 16 – блок прийняття рішення; 17 – сенсор положення; 18 – лічильник; 19 – генератор прямокутних імпульсів; 20 – блок формування інтервалу вимірювання; 21, 38, 39, 40, 56, 63, 73, 80 – перший-восьмий індикатори; 22 – сенсор струму; 23 – сенсор швидкості; 24 – блок задання індуктивності секції; 25 – блок задання колекторного ділення; 26 – блок задання ширини щітки; 27 – блок задання ширини колекторної пластини; 28 – блок задання числа колекторних пластин; 29 – блок піднесення до квадрату; 30, 33, 34, 42, 59 – перший-п'ятий підсилювачі; 31, 44, 48, 51, 53, 68, 69, 71, 79 – перший-восьмий блоки множення; 32 – блок задання потужності; 35, 36, 37, 55, 62, 75, 82 – перший-сьомий компаратори; 41 – логічний елемент АБО, 43 – сенсор тиску; 45 – блок задання коефіцієнту ерозійної складової зношування щітки; 46 – блок задання коефіцієнту фрикційної складової зношування щітки; 47 – функціональний перетворювач; 49, 66, 67 – перший-третій блоки піднесення до ступеня 0,5; 50 – блок задання коефіцієнту струмової складової зношування щітки; 52, 72 – перший та другий суматори; 54 – блок задання максимального зношення щітки;



57 – блок визначення діаметру колектора; 58 – блок піднесення до ступеня 0,16; 60, 79 – перший та другий блоки ділення; 61 – блок задання биття колектора; 64 – блок задання коефіцієнту електрокорозійного зношування щітки; 65 – блок піднесення до ступеня 3/4; 70 – блок задання коефіцієнту електроерозійного зношування щітки, 74 – блок задання швидкості зношення щіток, 76 – блок визначення довжини щітки; 77 – блок задання мінімально допустимої довжини щітки, 81 – блок задання ресурсу щіток.

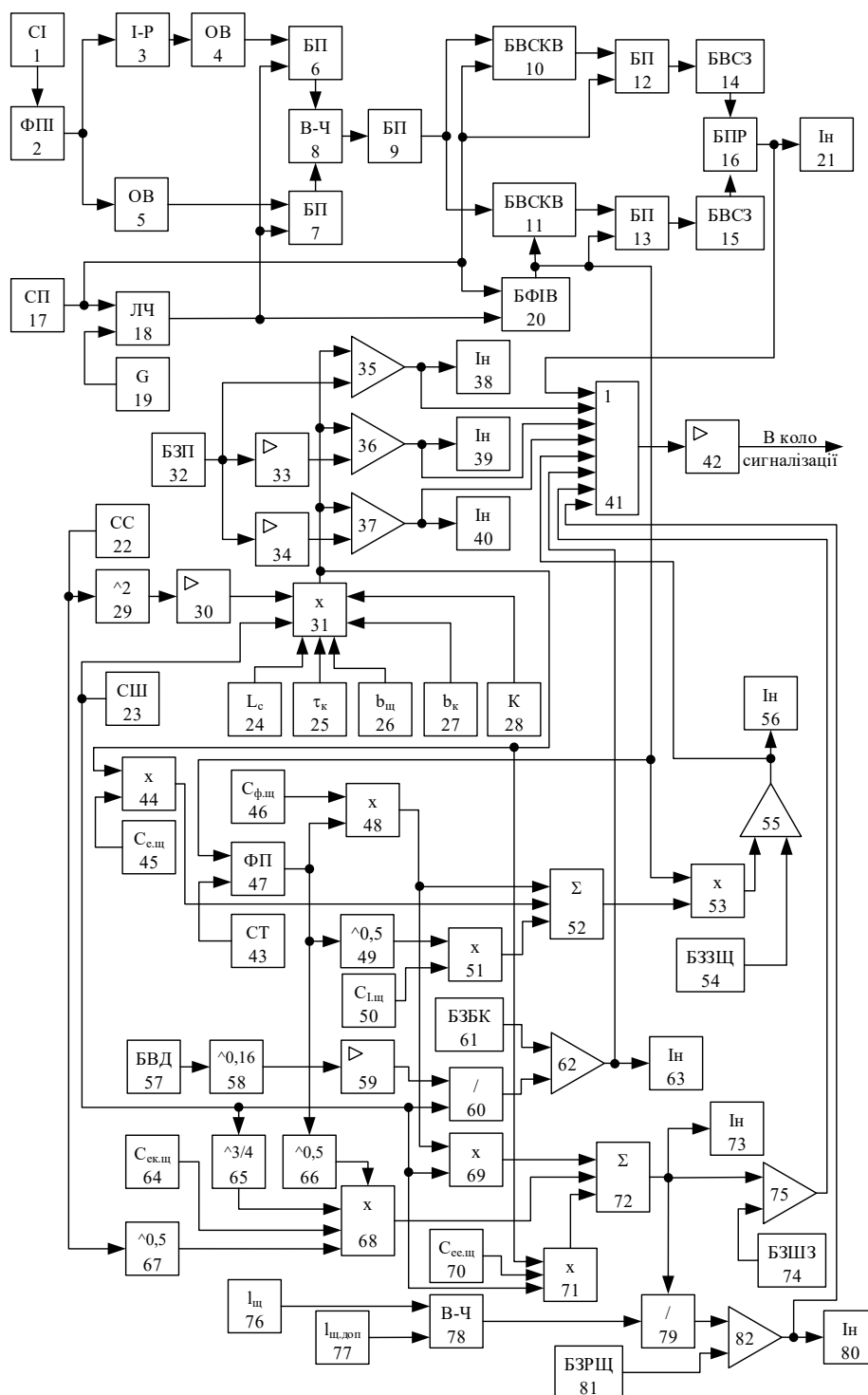


Рис. 1. Пристрій для моніторингу щітково-колекторного вузла електродвигуна постійного струму



Сенсор імпульсів 1 розміщують біля краю робочої щітки, що іскрить, на колекторі.

При появі імпульсів напруги іскрових розрядів, що вимірюються сенсором імпульсів 1, на виході другого одновібратора 5 формується керуючий імпульс в момент початку імпульсу іскріння $t_{поч}$, а на виході першого одновібратора 4 – керуючий імпульс в момент закінчення імпульсу іскріння $t_{кін}$, які записуються в блоках пам'яті 6 та 7.

На початку обертанні колектора, положення якого фіксується сенсором положення 17, з врахуванням коду, що відповідає поточному часу на виході лічильника 18, на виході першого блоку віднімання 8 формується значення тривалості імпульсів іскріння: $t_{іскр} = t_{кін} - t_{поч}$. Аналогічно формується інформація про подальші імпульси іскріння до моменту приходу другого імпульсу від сенсора положення 17. Далі тривалості імпульсів іскріння через третій блок пам'яті 9 передаються до першого 10 та другого 11 блоків визначення середнього квадратичного відхилення.

При наявності сигналу на виході сенсора положення 17 в першому блоці визначення середнього квадратичного відхилення 10 відбувається розрахунок значення середнього квадратичного відхилення тривалості імпульсів іскріння за кілька оборотів якоря. Далі на виході першого блоку визначення середнього значення 14 формується середнє значення середнього квадратичного відхилення тривалості імпульсів іскріння по колектору $\sigma_{сер.кол}$ на його виході.

Блок формування інтервалу вимірювання 20 визначає часовий проміжок Δt , за який у другому блоці визначення середнього квадратичного відхилення 11 розраховуються значення середнього квадратичного відхилення тривалості імпульсів іскріння по кожній окремій колекторній пластині. Далі на виході другого блоку визначення середнього значення 15 відбувається усереднення значення середнього квадратичного відхилення тривалості імпульсів іскріння $\sigma_{сер.t}$ по всім колекторним пластинам, що іскрять, в часі.

Значення сигналів $\sigma_{сер.кол}$ та $\sigma_{сер.t}$ з виходів першого 14 та другого 15 блоків визначення середнього значення відповідно поступають на входи блоку прийняття рішення 16. Результат подається на перший індикатор 21 та на перший вхід логічного елемента АБО 41.

При появі струму i_k , виміряного сенсором струму 22, та швидкості обертання колектора n , виміряного сенсором швидкості 23, та врахуванням значень індуктивності секції L_c , колекторного ділення τ_k , ширини щітки $b_{щ}$, ширини колекторної пластини b_k та числа колекторних пластин K , записаних у блоках 24...28 відповідно, на виході першого блоку множення 31 формується сигнал ΔP , що відповідає потужності, яка виділяється під щіткою, відповідно до виразу (1).

У блоці задання потужності 32 записане значення мінімально допустимого рівня іскріння ΔP_{min} . На виходах другого 33 та третього 34 підсилювачів формуються сигнали, що відповідають середньому $\Delta P_{сер}$ та максимально допустимому ΔP_{max} рівням іскріння. Компаратори 35-37 порівнюють сигнали ΔP_{min} з виходу блоку задання потужності 32, $\Delta P_{сер}$ з виходу підсилювача 33,



ΔP_{\max} з виходу підсилювача 34 з сигналом ΔP виходу першого блоку множення 31. Наявність логічної одиниці на виході першого компаратора 35 свідчатиме, що на колекторі наявне іскріння на початковій стадії, на виході другого компаратора 36 – середнє іскріння, а на виході третього компаратора 37 – інтенсивне іскріння. Значення натиску щітки на колектор вимірюється сенсором тиску 43. Середнє значення тиску $P_{cp.щ}$ щітки розраховується функціональним перетворювачем 47 з врахуванням значення часового проміжку Δt з виходу блоку формування інтервалу вимірювання 20.

Після математичних операцій у блоках 44...46, 48...53 з врахуванням коефіцієнтів фрикційної складової зношування щітки $C_{ф.щ}$, струмової складової зношування щітки $C_{I.щ}$ та ерозійної складової зношування щітки $C_{e.щ}$, записаних у блоках 46, 50 та 45, відповідно до виразу (3) на виході блоку множення 53 формується значення $\Delta R_{щ}$ величини зношення щітки. Максимально допустиме значення зношення щітки $\Delta R_{щ.дон}$ записане в блоці задання максимального зношення щітки 54. У випадку, якщо $\Delta R_{щ} \geq \Delta R_{щ.дон}$, на виході компаратора 55 з'являється сигнал логічної одиниці, який подається на вхід логічного елемента АБО 41. Крім того індикатор 56 буде сигналізувати про критичне зношення щітки.

Максимально допустиме значення биття колектора δ_{\max} записане у блоці задання биття колектора 61. Поточне значення биття колектора δ формується на виході першого блоку ділення 60 відповідно до виразу (4) з врахуванням діаметру колектора D , виміряне блоком визначення діаметра колектора 57, та швидкості n . У випадку, коли $\delta \geq \delta_{\max}$, на виході п'ятого компаратора 62 з'являється сигнал логічної одиниці, який подається на вхід логічного елемента АБО 41. Крім того шостий індикатор 63 буде сигналізувати про критичне значення биття колектора.

Допустиме значення швидкості зношення щітки $\Delta V_{щ.дон}$ записане у блоці задання швидкості зношення щіток 74. Поточне значення швидкості зношення щітки $\Delta V_{щ}$ формується на виході другого суматора 72 відповідно до виразу (5) після математичних операцій, виконаних в блоках 64...72, з врахуванням коефіцієнтів фрикційної складової зношування щітки $C_{ф.щ}$, електрокорозійного зношування щітки $C_{ек.щ}$ та електроерозійного зношування щітки $C_{еe.щ}$, записаних у блоках 46, 64, 70. Якщо $\Delta V_{щ} > \Delta V_{щ.дон}$, то на виході шостого компаратора 75 формується сигнал логічної одиниці, що подається на вхід логічного елемента АБО 41.

Порогове значення залишкового ресурсу щітки $T_{щ.нор}$ записане у блоці задання ресурсу щіток 81. Поточне значення залишкового ресурсу щіток $T_{щ}$ формується відповідно до виразу (7) на виході другого блоку ділення 79 після математичних операцій в блоках 78 та 79 з врахуванням довжина щітки $l_{щ}$, що формується блоком визначення довжини щітки 76, та мінімально допустимої довжини щітки $l_{щ.дон}$, записаної в блоці задання мінімально допустимої довжини щітки 77. Якщо $T_{щ} < T_{щ.нор}$, то на виході сьомого компаратора 82 формується сигнал логічної одиниці, що подається на вхід логічного елемента АБО 41.



3.3. Моніторинг ресурсу електродвигуна постійного струму

За результатами досліджень синтезовано структуру пристрою для моніторингу технічного стану електродвигуна, подану на рис. 2 [10].

На рис. 2: 1 – сенсор струму обмотки якоря; 2, 13, 32, 41, 55, 67, 68 – перший-сьомий аналого-цифрові перетворювачі; 3, 33, 42, 49, 50, 54 – перший-шостий функціональні перетворювачі; 4, 22, 34, 43, 79 – перший-п'ятий лічильники імпульсів; 5, 23, 26, 29, 35, 44, 72, 81, 82 – перший-дев'ятий логічні елементи АБО; 6, 20, 37, 47, 64 – перший-п'ятий розподільники тактів; 7, 21, 36, 45, 77, 78 – перший-шостий логічні елементи І; 8 – блок установки нуля; 9, 46, 63 – перший-третій ділянки частоти; 10, 24, 38, 76 – перший-четвертий генератори імпульсів; 11 – перетворювач напруги; 12 – диференціальний підсилювач; 14 – реєстр з інверсними виходами; 15 – задавач коду; 16, 18 – перший і другий суматори; 17 – задавач швидкості зміни температури; 19, 58, 59, 62, 70, 71 – перший-шостий цифрові компаратори; 25 – задавач ресурсу двигуна; 27 – двійковий лічильник ресурсу; 28 – логічний елемент АБО-НІ; 30, 60, 73 – перший-третій підсилювачі сигналу; 31 – сенсор вібрації; 39, 65, 66 – перший-третій сенсори температури; 40 – сенсор струму обмотки збудження, 48 – блок задання опору обмотки якоря; 51 – блок задання опору обмотки збудження; 52 – сенсор напруги мережі; 53 – сенсор напруги якірної обмотки двигуна; 56 – блок задання нижньої межі допустимого інтервалу зміни потужності на валу двигуна; 57 – блок задання верхньої межі допустимого інтервалу зміни потужності на валу двигуна; 61 – задавач максимального рівня вібрації; 69 – задавач температури; 74 – компаратор; 75 – блок опорної напруги; 80 – дешифратор.

В блоці задавача швидкості зміни температури 17 записане максимально допустиме значення швидкості зміни температури, в блоці задавача ресурсу 25 – значення робочого ресурсу електричного двигуна, в блоці задання опору обмотки якоря 48 – опір обмотки якоря двигуна при температурі 20⁰С, в блоці задання опору обмотки збудження 51 – опір обмотки збудження двигуна при температурі 20⁰С, в блоці 56 задання нижньої межі допустимого інтервалу зміни потужності на валу двигуна, в блоці 57 задання верхньої межі допустимого інтервалу зміни потужності на валу двигуна – їхні відповідні значення (90% від номінальної – у блоці 56, 110% від номінальної – у блоці 57), в задавачі максимального рівня вібрації – максимально допустиме значення рівня вібрації, в задавачі температури 69 – максимально допустиме значення температури підшипникових вузлів.

У частині схеми, що містить блоки 1...10, здійснюється вимірювання значення струму обмотки якоря електродвигуна і його перерахунок у виділене тепло з подальшим урахуванням в зміні залишкового ресурсу двигуна.

Струм обмотки якоря вимірюється сенсором струму 1.

Послідовність сигналів з виходу шостого логічного елемента І 78 через восьмий логічний елемент АБО 81 подається на вхід управління другим генератором імпульсів 24, внаслідок чого пристроєм контролюється теплове старіння ізоляції електродвигуна до моменту його охолодження. Послідовність

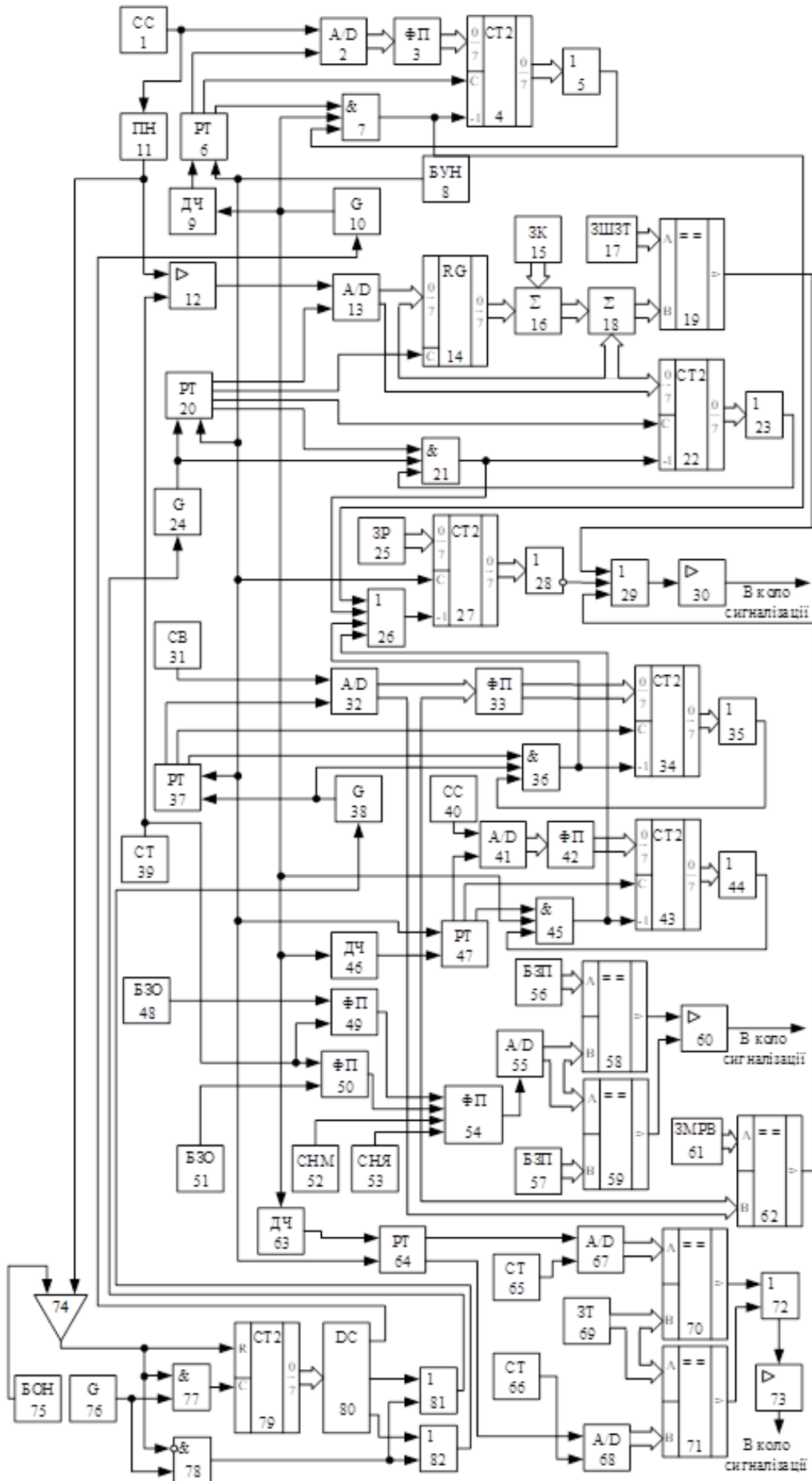


Рис. 2. Пристрій для моніторингу технічного стану електродвигуна



сигналів з виходу шостого логічного елемента І 78 через дев'ятий логічний елемент АБО 82 подається на вхід управління третім генератором імпульсів 38, внаслідок чого пристроєм контролюється вібрація електродвигуна до моменту його зупинки.

На виході першого функціонального перетворювача 3 формується цифровий код, що відповідає рівню відпрацьованого ресурсу двигуном за струмом обмотки якоря. У двійковому лічильнику ресурсу 27 від залишкового ресурсу двигуна віднімається відпрацьований ресурс, обумовлений старінням ізоляції обмотки якоря, викликаного струмом, що в ній протікає.

У частині схеми, що містить блоки 11...24 та 39, здійснюється вимірювання значення температури і перетворення її у відповідне значення відпрацьованого ресурсу двигуном. Температура обмотки якоря двигуна вимірюється сенсором температури 39. Максимально допустимого значення швидкості зміни температури записане у цифровому коді в задавачі швидкості зміни температури 17.

На виході суматора 18 формується цифровий код, що відповідає швидкості зміни температури. У випадку її перевищення максимально допустимого значення, на виході цифрового компаратора 19 з'являється сигнал логічної одиниці, який через четвертий логічний елемент АБО 29 і підсилювач сигналу 30 подається на відключення двигуна від мережі (в коло сигналізації). В двійковому лічильнику ресурсу 27 від залишкового ресурсу двигуна віднімається відпрацьований ресурс, обумовлений старінням ізоляції обмотки якоря перевищенням температури.

У частині схеми, що містить блоки 31...38, здійснюється вимірювання рівня вібрації електродвигуна і його перерахунок у відповідне значення відпрацьованого ресурсу двигуном. На виході другого функціонального перетворювача 33 формується цифровий код, що відповідає рівню відпрацьованого ресурсу електродвигуна за впливом вібрації.

У частині схеми, що містить блоки 40...47, здійснюється вимірювання значення струму обмотки збудження електродвигуна і його перерахунок у виділене тепло з подальшим урахуванням в зміні залишкового ресурсу двигуна. Струм в обмотці збудження вимірюється сенсором струму 40. На виході третього функціонального перетворювача 42 формується цифровий код, що відповідає рівню відпрацьованого ресурсу двигуном за струмом обмотки збудження. У випадку обнуління четвертого лічильника імпульсів 43, на виході четвертого логічного елемента І 45 з'явиться сигнал логічного нуля.

У частині схеми, що містить блоки 48...60, здійснюється контроль навантаженості двигуна. Значення опорів обмоток якоря $R_{я, 20}$ та збудження $R_{з, 20}$ двигуна при температурі 20°C задаються в відповідних блоках 48 та 51. Ці сигнали разом із сигналом, що відповідає рівню вимірної температури t першим сенсором температури 39 поступають у відповідні четвертий функціональний перетворювач 49 та п'ятий функціональний перетворювач 50, на виходах яких формуються сигнали, що відповідають рівням опору обмотки якоря $R_{я, t}$ і обмотки збудження $R_{з, t}$ двигуна при вимірній температурі t за формулами



$$R_{я,t} = R_{я,20} \cdot (1 + \alpha(t - 20)); \quad R_{з,t} = R_{з,20} \cdot (1 + \alpha(t - 20)), \quad (8)$$

де α – температурний коефіцієнт (для мідних проводів $\alpha = 0,004$).

Напруга мережі U_m вимірюється сенсором напруги 52, а напруга якоря $U_я$ – сенсором напруги 53. На виході функціонального перетворювача 54 формується сигнал, що відповідає потужності $P_{ем}$ на валу двигуна:

$$P_{ем} = \left(U_m - U_я \cdot \frac{R_{з,t} - R_{я,t}}{R_{я,t}} \right) \cdot \frac{U_я}{R_{я,t}}. \quad (9)$$

На виході п'ятого аналого-цифрового перетворювача 55 отримуємо значення цієї потужності у цифровому коді. У випадку, якщо значення потужності виходить за допустимий інтервал, на виході одного з цифрових компараторів 58 або 59, в яких аналог воно порівнюється з допустимими межами його зміни, з'являється сигнал логічної одиниці, який подається на другий підсилювач сигналу 60, а далі – в коло сигналізації.

Рівень вібрації вимірюється сенсором вібрації 31. Максимально допустимий рівень вібрації записаний в задавачі максимального рівня вібрації 61. У випадку перевищення поточного рівня вібрації максимально допустимого, на виході четвертого цифрового компаратора 62 формується сигнал логічної одиниці, який подається на третій вхід четвертого логічного елемента АБО 29.

У частині схеми, що містить блоки 63...73, здійснюється контроль технічного стану підшипникових вузлів електродвигуна за температурою. Температура підшипникових вузлів електродвигуна вимірюється сенсорами температур 65 та 66. Максимально допустиме значення температури підшипникових вузлів записане в задавачі температури 69. У випадку перевищення поточного значення температури будь-якого з підшипникових вузлів за допустиме значення, на виході відповідного цифрового компаратора 70 або 71 з'являється сигнал логічної одиниці, який через сьомий логічний елемент АБО 72 та третій підсилювач сигналу 73 подається в коло сигналізації.

Висновки

Моніторинг щітково-колекторного вузла електродвигуна постійного струму запропоновано здійснювати з врахуванням струму, що протікає через контакт «щітка-колекторна пластина», швидкості обертання колектора, положення колектора, довжина щітки, що дозволяє визначити розподіл тривалості імпульсів іскріння по колектору та в часі, амплітуду іскріння, зношення щітки, биття колектора, потужність, яка виділяється під щіткою, величину та швидкість зношення щітки, а також її залишковий ресурс. Такий набір параметрів забезпечує достовірність вимірювання інтенсивності іскріння та визначення причин його виникнення, що трапляється при незадовільній комутації електродвигунів постійного струму.



Моніторинг технічного стану самого електродвигуна забороновано здійснювати з врахуванням струму обмоток якоря та збудження, температури, вібрації, напруги мережі й обмотки якоря. При виході величини потужності на валу двигуна за допустимі інтервали або при перевищенні швидкості зміни температури обмотки якоря за максимально допустиме значення, або при перевищенні рівня вібрації максимально допустимого рівня, або при вичерпанні робочого ресурсу двигуна, або при перевищенні температури підшипникових вузлів за максимально допустиме значення подається сигнал у коло сигналізації. Такий підхід дозволяє об'єктивно оцінити технічний стан електричного двигуна на даний момент часу і спрогнозувати його зміну в майбутньому.



KAPITEL 4 / CHAPTER 4. PROBLEMS IN THE DEVELOPMENT OF AUTOMATED WORKSTATIONS

ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ РАБОЧИХ МЕСТ

DOI: 10.30890/2709-2313.2021-04-04-035

Introduction

Currently, various organizations are actively introducing automated workstations (AWPs). The functioning of AWP can lead to the desired effects, provided that the functions and loads will be correctly distributed among people and information processing machines. In this case, computers are considered as the core. In the course of the development and operation of the AWP, the formation of such a "hybrid" intelligence can give tangible results only if the AWP becomes a means of increasing not only labor productivity and management efficiency, but also the social comfort of specialists [1, 2]. At the same time, people in such systems must remain the lea

4.1. The main ideas of automated places

1. An automated workstation (AWP) is a place of a user - a specialist of a particular profession, equipped with the means necessary to automate the performance of certain functions. Typically, this is a PC, supplemented as necessary with other auxiliary electronic devices, such as disk drives, printing devices, optical or barcode readers, graphics devices, media interfacing with other workstations and with local area networks, etc.

2.APM is a specialized system, a set of hardware and software, focused on a specific specialist [3].

The most widely used workstations in the world are based on professional PCs with the IBM PC architecture.

AWPs should be focused on a user who does not have special training in the use of computer technology. The main purpose of the AWP is the decentralized processing of information at workplaces, the use of the corresponding "own" databases with the simultaneous possibility of entering the local networks of AWP and PCs, and sometimes into global computer networks, including powerful computers [4].

At present, many enterprises are implementing the concept of distributed systems for managing the national economy. They provide for local, fairly complete and largely complete processing of information at various levels of the hierarchy. In these systems, only that part of the information in which there is a need at the upper levels is organized from the bottom up. At the same time, a significant part of the results of information processing and initial data should be stored in local data banks.

To implement the idea of distributed control, it was necessary to create automated workstations based on professional personal computers for each level of management and each subject area. In the field of labor protection, such workstations



can be used for planning, automated control, process optimization, decision-making in various information systems and for various combinations of tasks. For each control object, it is necessary to provide AWP's corresponding to their value.

General principles of creating an automated workplace [5]:

1. Systematicity. AWP's should be considered as systems, the structure of which is determined by the functional purpose.

2. Flexibility. The system is adapted to possible restructuring, thanks to the modular construction of all subsystems and the standardization of their elements.

3. Sustainability. The principle lies in the fact that the AWS system should perform basic functions regardless of the impact on it of internal and external disturbing factors. This means that malfunctions in some of its parts must be easily eliminated, and the system's performance can be quickly restored.

4. Efficiency. An integral indicator of the level of implementation of the above principles, referred to the costs of creating and operating the system.

The functioning of the AWP can give the desired effect, provided that the functions and loads are correctly distributed between a person and machine tools for processing information, the core of which is a computer. In the development and operation of an automated workplace, the creation of such a "hybrid" intelligence can yield tangible results only if the automated workplace becomes a means of increasing not only labor productivity and management efficiency, but also the social comfort of specialists [6].

At the same time, a person in this system must remain the leading link. At industrial enterprises AWP's are an important structural component of ACS - automated control systems as a personal means of planning, management, data processing and decision making.

At the same time, a number of general requirements can be presented to the AWS of any "profession", which must be ensured during its creation.

General requirements for an automated workstation:

1) direct availability of information processing facilities;
2) the ability to work in a dialog (interactive) mode;
3) fulfillment of the basic requirements of ergonomics: rational distribution of functions between the operator, elements of the workstation complex and the environment, creation of comfortable working conditions, convenience of workstation designs, taking into account the psychological factors of the human operator, attractiveness of the shapes and colors of the workstation elements, etc .;

4) sufficiently high performance and reliability of a PC operating in the AWS system [7];

5) software adequate to the nature of the tasks being solved;

6) the maximum degree of automation of routine processes;

7) optimal conditions for self-service of specialists as AWP operators;

8) other factors that ensure maximum comfort and satisfaction of a specialist with the use of the AWP as a working tool.

Workstation structure:

The AWS structure includes a set of subsystems - technical, informational, software and organizational.



The technical subsystem includes a PC, supplemented as necessary by other auxiliary electronic devices, such as disk drives, printing devices, optical reading devices or bar code readers, graphics devices, means of interfacing with other AWP and with local area networks, means of communication with others AWP operating in the general network of the facility, as well as other means of communication (telephone, telex, telefax).

Information subsystem is an array of information stored in local databases, usually on disk drives. This also includes database management systems.

The software includes operating systems, service programs, standard user programs and application packages, made according to a modular principle and focused on solving a certain class of tasks due to the purpose of the AWP. Graphics software packages are also included as required [8].

The organizational support of the AWP is aimed at organizing the functioning, development, training, and administration. The latter includes: work planning, accounting, control, analysis, regulation, documenting the rights and obligations of AWP users.

A generalized AWS diagram is shown in Fig. 1.

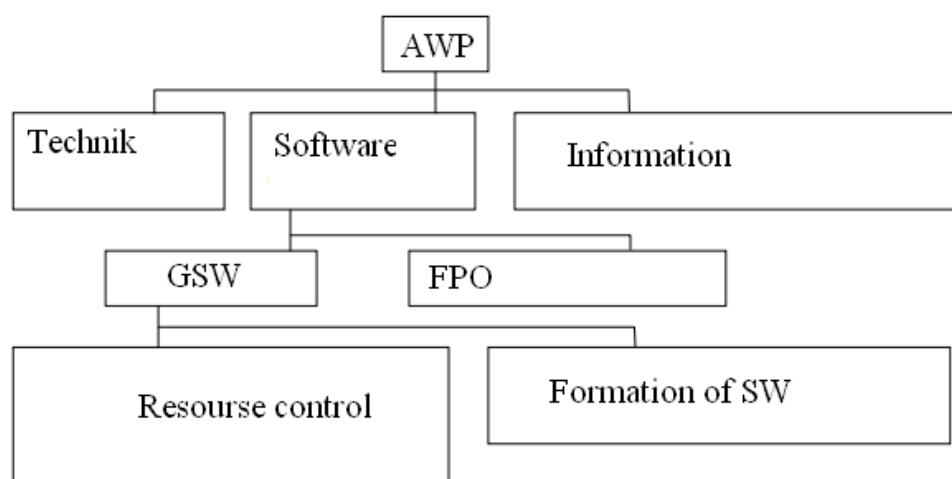


Figure 1. – Scheme of an automated workplace

General software (SW) ensures the functioning of computers, the development and connection of new programs [9].

This includes operating systems, programming systems, and service programs.

The professional orientation of the automated workplace is determined by the functional part of the software (FPO). It is here that the orientation towards a specific specialist is laid, the solution of problems of certain subject areas is ensured.

When developing FPO, much attention is paid to the organization of the "man-machine" interaction. It is interesting and exciting for the user to work on a computer only when he feels that he is engaged in a useful, serious matter. A layman may feel left out and even in some way disadvantaged only because he does not know some "mystical" commands, a set of symbols, as a result of which he may have deep annoyance with all software or "ministers of the computer cult."



4.2. Language facilities of the automated workplace

If the AWP device is rather complicated, and the user does not have special skills, it is possible to use special training tools that allow you to gradually introduce the user into the environment of his main automated workplace. When implementing the functions of an automated workplace (that is, its actual functioning), methods of determining the goal of current activities, information needs, and various scenarios for describing the processes of its implementation are required [10].

The AWP design methodology cannot but be related to the methodology of its functioning, since the functioning of a developed AWS provides for the possibility of its development by the users themselves. The language tools of the AWP are the implementation of methodological tools from the point of view of the end user, and the software tools implement the language tools of the user and enable the end user to perform all the necessary actions.

The language tools of the AWP are necessary, first of all, for the unambiguous semantic correspondence of the user's actions and the reaction of the PC. Without them, the learning process, the organization of the dialogue, the detection and correction of errors are impossible. The difficulty in developing such languages is that they must be predominantly non-procedural. If the procedural language specifies how the specified action is performed, the non-procedural language specifies what needs to be done without detailing what actions are required for this. Since end users do not know and do not need to know in detail the process of realizing information needs, the higher the intelligence of the AWS, the more non-procedural capabilities should be provided in its languages.

Workstation languages should be both user-oriented and professional-oriented. This is due to differences in the classification of users, which are divided not only by professional affiliation, but also by the hierarchy of official position, degree of training, type of data consumed, etc. It should be noted that the use of a natural language, despite the seeming simplicity of this.

This approach cannot provide any tangible advantages due to the need to introduce bulky structures through the keyboard in order to obtain simple results [11].

The basis of the AWP languages should be pre-defined terms, as well as descriptions of the ways by which new terms can be established, replacing or supplementing existing ones. This leads to the need to classify the terminological basis of the AWS in a certain way when designing an AWS, that is, to determine all the main syntactic structures of the language and semantic relations - semantic connections between terms and their collections.

Let us now consider two approaches to the development of an automated workplace. The first approach is functional and represents the automation of the most common functions.

Let's see how functional software (FPO) adapts to specific conditions of use. Let us note the software tools that are basic for AWP for various professions related to the processing of business information and making management decisions.

The first software tools to automate the work of technical personnel appeared, which is probably due to the large formalization of their functions. The most



common example is text editors (processors). They allow you to quickly enter information, edit it, search for errors themselves, and help prepare the text for printing. The use of text editors will significantly increase the productivity of typists.

Specialists often have to work with large amounts of data in order to find the information they need to prepare various documents. To facilitate this kind of work, database management systems have been created (DBMS: DBASE, RBASE, ORACLE, etc.).

DBMSs allow you to store large amounts of information, and, most importantly, quickly find the data you need. So, for example, when working with a card index, you constantly need to revise large data archives to find the necessary information, especially if the cards are not sorted according to the necessary criteria. The DBMS will cope with this task in a matter of seconds.

A large number of specialists are also associated with the processing of various tables, since in most cases economic information is presented in the form of tabular documents. CAT (Spreadsheet) helps you create such documents. They are very convenient, since they themselves recalculate all the final and intermediate data when changing the original. Therefore, they are widely used, for example, in forecasting sales and revenue [1].

The AWP software is quite popular in institutions for monitoring and coordinating the activities of an organization, where all management activities are described as a set of processes, each of which has dates of start, end and responsible executors. At the same time, the activities of each employee are linked to the rest. Thus, a work schedule is created. The package can automatically form tasks for executors when the deadline comes, remind about the deadline for the completion of work and accumulate data on the performing activities of employees.

An important role in institutional activities is played by the operational data exchange, which takes up to 95% of the manager's time and up to 53% of the specialists' time. In this regard, software tools such as "electronic mail" have become widespread. Their use allows you to send documents within the institution, send, receive and process messages from various workplaces and even hold meetings of specialists located at a considerable distance from each other. The problem of data exchange is closely related to the organization of work of an automated workplace as part of a computer network.

Currently, there is a tendency to create so-called integrated packages that include the capabilities of text editors, tables, and graphic editors. The presence of a large number of different programs for performing essentially the same operations - creating and processing data - is due to the presence of three different basic types of information: numerical, textual and graphic. To store information, DBMS are most often used, which allow combining all these data types into a single whole. Now

there is a rapid development of two other types of information: audio and video information. For them, their own editors have already been created and it is possible that these types of information will soon become an integral part of most databases.

Although modern FPO meets almost all the requirements imposed on it by workers in various professions, something is still always missing. Therefore, the advantage of such software is the ability to modify and change it. As for the



development of new software tools in the AWP, it is carried out in two directions: the creation of new software for new professions and the specialization of software for existing professions. Currently, there is a tendency towards the creation of a professional workstation. It is expressed in the following:

- accounting of tasks to be solved,
- interaction with other employees,
- taking into account professional habits and inclinations,
- development of not only FPO, but also special technical means (mouse, network, automatic dialing of telephone numbers, etc.).

Equipping specialists with such automated workstations makes it possible to increase the labor productivity of office workers, reduce their number and at the same time hang the speed of processing economic information and its reliability, which is necessary for effective planning and management.

In this regard, there may be a need for the simplest classification of AWP.

4.3. Classification of automated workplaces

Classification of AWP according to the possibilities of presenting data in some user-defined processing modes: numerical, textual, mixed.

In more complex cases, the classification of AWP can be determined by the organization of the databases. The capabilities of the language are also largely determined by the list of rules by which the user can build formal structures that correspond to the implementation of information needs.

For example, in some AWP, all data and structures are recorded in tabular form (tabular AWP) or in the form of operators of a special type (functional AWS).

User languages are also divided into AWP according to the types of dialogue. Dialogue support ultimately determines the language constructs that the user needs to know. Analysis of dialogue systems from the point of view of the organization of this dialogue showed that they can be divided (according to the principle of interaction between the user and the machine):

- on systems with command language,
- "man in the world of objects",
- dialogue in the form of a "menu".

The use of the command language in applied systems is the transfer of ideas for constructing command interpreters for mini- and microcomputers. Its main advantage is simplicity of construction and implementation, and its disadvantage is the continuation of their advantages: the need to memorize commands and their parameters, repetition of erroneous input, differentiation of the availability of commands at different levels, etc. Thus, in systems with a command language, the user must learn the interaction language. The outwardly opposite approach "a person in the world of objects" - there are no commands and a person in the process of work "moves" along his object using cursor keys, special pointing devices (mouse, pen), and functional key combinations. Dialogue in the form of a "menu" presents the user with many alternative actions, from which he chooses the necessary. Currently, the



most widespread user interface is the one that combines the properties of the latter two. It contains the entire workspace, the screen is divided into three parts (objects). The first (usually located at the top) is called the bar, or menu bar. With its help, the user can use various menus that make up the "skeleton" of the program, with their help, access to other objects (including controllers) is made. The second part (usually located at the bottom or in small programs may be absent altogether) is called the status bar. With its help, the most frequently used objects can be quickly called up or any current information can be displayed [12].

The third part is called the work surface (table surface) - the largest. It displays all those objects that are called from the menu or status bar. This form of organizing a dialogue between man and machine is the most convenient (at least, nothing better has been invented to date), and all modern programs use it to some extent. In any case, it must comply with the IBM CUA (Common User Access) standard.

The design of one and the same AWS can provide not one, but several possible types of dialogue, depending on the growth of the user's activity in the process of training or work, as well as the need to develop the AWP by the user's means. Of the existing dialogues in the development of an automated workplace, the most used are: a dialogue initiated by a PC, a dialogue for filling out forms, a hybrid dialogue, a dialogue of an untrained user and a dialogue using fixed frames of information.

With a dialogue initiated by a PC, the AWP user is freed almost completely from studying mnemonics and language constructions.

One of the modifications of this method is the menu method, in which one or more of the proposed PC options are selected. In the form filling dialog, which is also initiated by the PC, the user fills out specially selected forms on the display with their subsequent analysis and processing. The hybrid dialogue can be initiated by both the user and the PC. During the dialogue of an untrained user, complete clarity of the PC's answers must be ensured, which cannot leave the user in doubt as to what he needs to do. In the case of a dialogue using fixed frames of information, the PC selects a response from the list of available ones. In this case, the user only enters very short answers, and the basic information is provided automatically.

The type of dialogue can also determine the classification of the AWP, for example, the AWP with the interactive means of an untrained user. Classification of automated workplaces on this basis is associated with classification according to the professional orientation of the user. For example, an automated workplace with a menu-based dialogue is hardly advisable for a user-economist who is at the same time a manager's staff due to the large number of repetitive operations.

If we consider automated workstations [13, 14] from the point of view of software tools that implement them, then the classification of automated workplaces can be very extensive. They can be classified according to the programming language, the ability to provide the user with procedural programming tools, the possibility of completing the software system during operation, the presence of database management systems, a translator or interpreter from user languages, error detection and correction tools, etc. (PPP) used in the AWS can be parameterized to ensure the binding of the system to a specific application. The generators of the RFP themselves can be used.



The AWS necessarily includes various software components that provide the basic calculation functions and the organization of the dialogue, as well as a database management system, translators, help systems, the actual database containing, for example, basic data, dialogue scripts, instructions, control parameters, lists of errors etc. The main components of the AWP determine its composition and provide the possibility of classifying the AWP according to various criteria.

Conclusion

The paper analyzes the basic properties of automated workstations. Their characteristics are shown. The principles on the basis of which automated workstations are built are discussed.



KAPITEL 5 / CHAPTER 5. THE PRINCIPLES OF OIL PUMPS DATABASES DEVELOPMENT

ПРИНЦИПИ РОЗРОБКИ БАЗ ДАНИХ НАФТОВИХ НАСОСІВ

DOI: 10.30890/2709-2313.2021-04-04-021

Введение

Украина располагает мощной системой транспортировки нефти и нефтепродуктов. В её состав входят магистральные нефтепроводы (МН) общей длиной 4767,4 км, морской нефтяной терминал «Южный» и 28 нефтеперекачивающих станций (НПС) [1]. Акционерным обществом «Укртранснафта» принято ряд стратегических направлений. Одно из приоритетных – содействие интеграции Украины в проект Евразийского нефтетранспортного коридора, который предполагает строительство нефтепровода Броды-Плоцк.

Поскольку масштабы нефтетранспортной системы Украины велики, то и количество потребляемой ею энергии также значительно. Энергоресурсы ограничены и дороги, поэтому энергосбережение на нефтепроводах представляется актуальной задачей. С целью исполнения Закона Украины «Об энергосбережении» и предписаний других нормативных документов [2] предусматриваются организационно-технические мероприятия по оптимизации режимов работы нефтепроводов. Для обеспечения требуемой производительности на эксплуатируемых трубопроводах с учетом критериев энергоэффективности применяют варианты (оптимизационные) расчеты. Такие расчеты принято выполнять с использованием программных продуктов.

Хотя в литературных источниках имеются упоминания о применении компьютерных программ для решения множества задач транспорта и хранения нефти [3–5], сведения об используемых информационных технологиях при разработке этих программ отсутствуют. Также отсутствуют рекомендации о построении баз данных оборудования, применяемого при транспорте и хранении нефти и нефтепродуктов. Наличие базы данных предоставляет возможность организации единого доступа к характеристикам оборудования и их управления, а также обеспечивает возможность применения общепринятых шаблонов проектирования программных продуктов. Значительный интерес к накоплению и структурированию информации о нефтяном технологическом оборудовании могут проявлять производственные предприятия, проектные организации, научные и учебные учреждения. Ввиду недостаточной освещенности вопросов, связанных с хранением информации о технологическом оборудовании нефтепроводов, описание принципов построения баз данных представляется актуальной задачей.



5.1. Обзор известных решений в области хранения данных нефтяных насосов

Большинство существующих программ, посвященных расчету режимов работы нефтепроводов недоступны или обходятся без баз данных.

Например, программа NS1 по расчету пропускной способности прилегающего к головной насосной станции участка нефтепровода [9] предлагает пользователю вручную через консоль вводить данные о насосах и трубопроводе. Чтобы повторить расчет при измененной величине одного из входных параметров, необходимо заново вводить остальные параметры, что представляется неудобным. Ввод данных по насосным агрегатам из книг и каталогов [6, 7, 8] требует значительных трудовых затрат. Скорость чтения низкая, возможны ошибки.

На языке BASIC разработана программа RABT.BAS для расчета совместной работы нефтепровода и НПС [10]. Программа работает без базы данных. Ввод коэффициентов гидравлических характеристик насосов производится вручную.

В работе [11] приведен текст программы по расчету режима работы нефтепровода с применением противотурбулентных присадок. Данные по присадкам считываются с TXT-файлов. Коэффициенты характеристики подпорного и магистрального насосов присваиваются переменным напрямую. База данных не используется.

На Pascal реализована программа для расчета нестационарных режимов магистральных нефтепроводов [12]. В программе отсутствует код, отвечающий за соединение с базой данных. Данные по насосам и трубопроводу задаются вручную путем присваивания переменным.

Программа «Транзит» для расчета режимов работы нефтепровода [13, 14] предоставляет удобный способ задания основных и подпорных насосов. Программа имеет интерфейс (рис. 1). Выбор насосов осуществляется при помощи выпадающего списка.

Программа «Транзит» платная. Её исходный код не доступен. В литературных источниках отсутствуют сведения о реализуемом способе хранения данных, что исключает возможность использования опыта разработчиков программы «Транзит» при проектировании новых баз данных.

В ходе исследований по разработке и совершенствованию моделирования и построения эффективных алгоритмов гидравлического расчета нефтепроводных систем создан промышленный комплекс программ по гидравлическому расчету режимов работы магистральных нефтепроводов [15]. Программный комплекс сдан в промышленную эксплуатацию, однако в свободном доступе его нет и сведения о способе организации данных также отсутствуют.

Широкое распространение получил способ хранения информации при помощи электронных таблиц MS Excel. Например, в программе [16] данные о насосном оборудовании организованы в таблицы, в которой каждому столбцу соответствует определенная характеристика насоса. Благодаря наличию

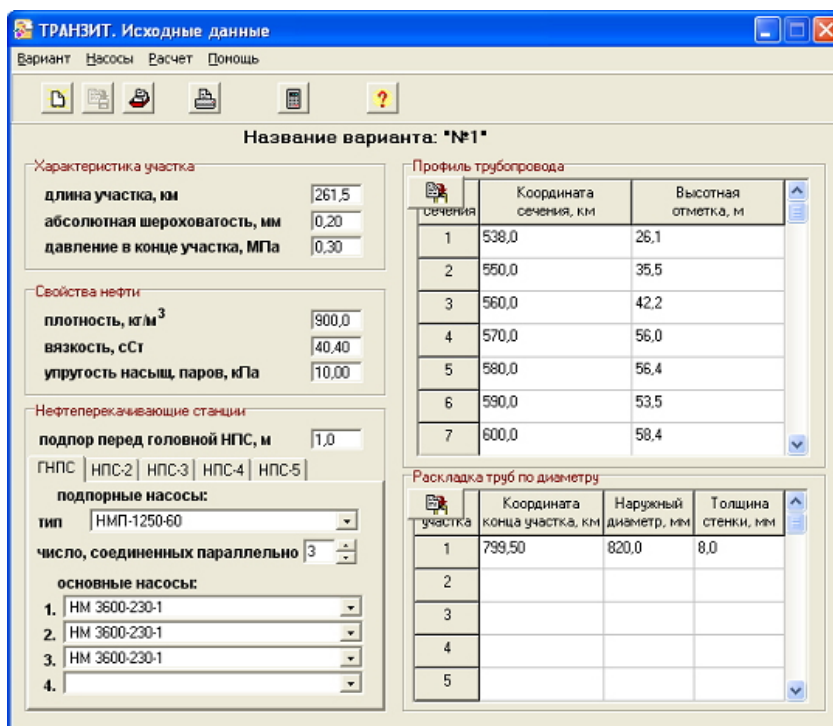


Рисунок 1 - Интерфейс программы «Транзит»

встроенной фильтрации программа позволяет осуществить выбор насоса среди множества модификаций. Из недостатков электронных таблиц следует отметить следующие: MS Excel является платным программным продуктом, поэтому доступен не везде; многие языки программирования имеют библиотеки для работы с файлами Excel, однако код для выборки данных представляется более громоздким и менее наглядным по сравнению, например, с SQL-запросами к реляционным базам данных; при наличии значительного количества строк скорость обработки файлов Excel низкая [17–19].

5.2. Разработка архитектуры базы данных нефтяных насосов

Для удобства структурирования данных разделим характеристики насоса на атрибуты и свойства. Атрибутами будем считать характеристики, которые определяют различные комбинации (вариации) марки оборудования. К примеру, у насоса НМ 2500-230 можно выделить такие атрибуты, как номер ротора и диаметр рабочего колеса D_2 . Остальные характеристики определяются как свойства. Для примера, комбинация атрибутов «ротор = 1» и « $D_2 = 440$ » однозначно определяет свойство $H_0 = 281,5$ м ст. ж.

При создании реляционной базы данных насосных агрегатов определены следующие родительские сущности: «оборудование» (equipment), «категория оборудования» (category), «свойство оборудования» (feature) и «название атрибута» оборудования (attribute_group).

Для хранения различных вариаций марки насоса, значений свойств и атрибутов определены такие дочерние сущности: «комбинация» (combination), «значение свойства» (feature_value) и «значение атрибута» (attribute). На рис. 2



представлена физическая модель базы данных, которая описывает типы данных и связи между сущностями.

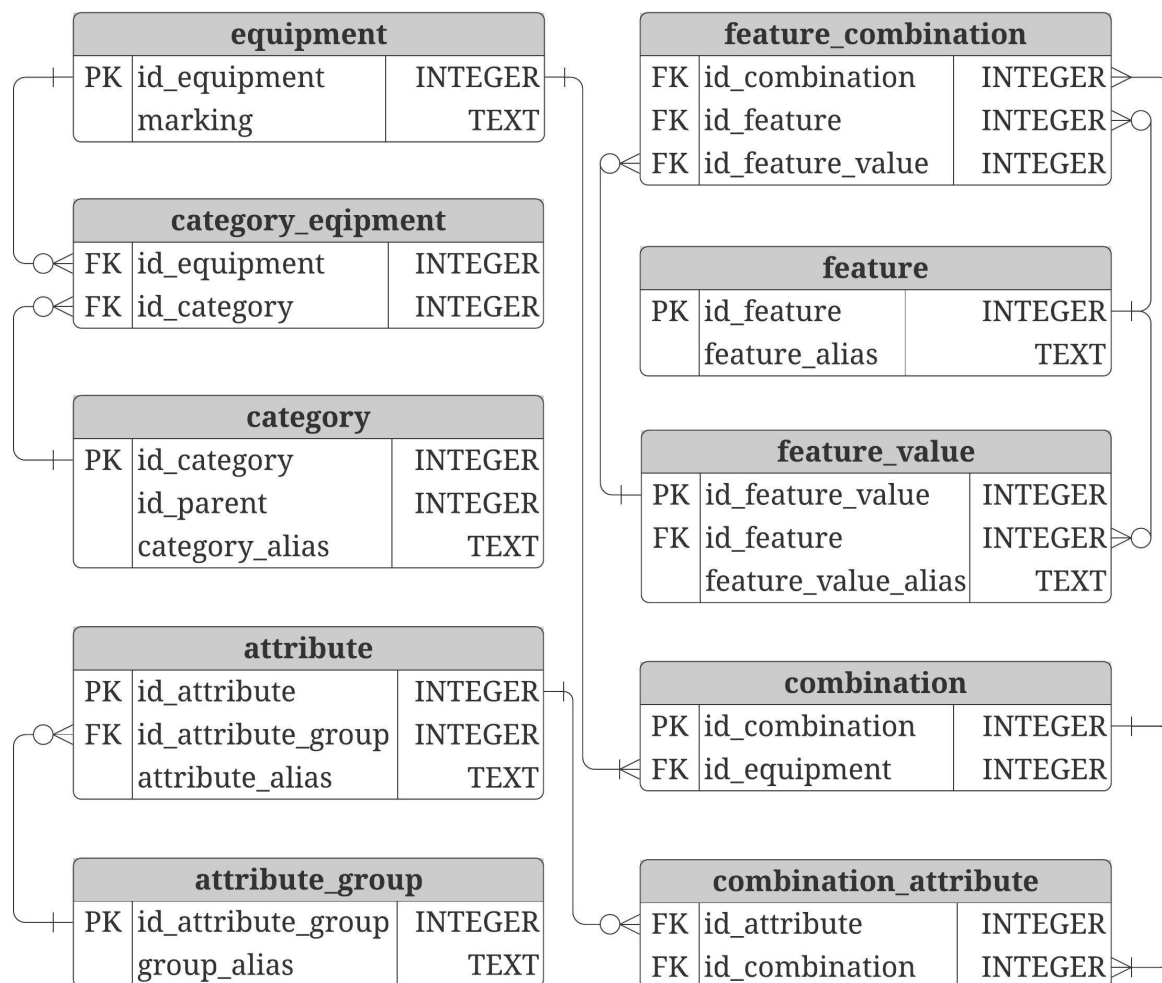


Рисунок 2 - Физическая модель реляционной базы данных насосных агрегатов магистральных нефтепроводов

Между сущностями определены типы связей и правила ссылочной целостности при удалении или обновлении данных родительских сущностей. Подробнее рассмотрим каждую из таблиц.

Таблица «оборудование» содержит марку насоса. Как будет показано далее, саму марку насоса удобно хранить в отдельной таблице, содержащей переводы на различные языки. Уникальность каждой записи обеспечивается за счет поля id_equipment с первичным ключом (PK) и целочисленными значениями. Поле marking принимает текстовый тип данных и служит для хранения псевдонима марки оборудования.

При транспортировке нефти и нефтепродуктов могут применяться насосы различных типов. Информацию о возможных типах насосов удобно хранить в таблице «category» (рис. 2). В поле id_category с первичным ключом содержится уникальный целочисленный идентификатор категории. Целочисленная запись поля id_parent указывает на идентификатор родительской категории id_category. Поле category_alias является не



обязательным. Оно создано для более понятного визуального восприятия таблицы и содержит уникальные псевдонимы категорий, которые в данном случае соответствуют переводам категорий на английский язык.

Связи между насосами и категориями определены в таблице «category_equipment» (рис. 2). Её поле id_equipment с целочисленными значениями указывает на уникальный идентификатор оборудования в таблице equipment. Поле id_category указывает на идентификатор категории в таблице category. Таким образом одна строка таблицы category_equipment однозначно указывает на принадлежность оборудования категории. Благодаря таблице category_equipment между сущностями «насосное оборудование» и «категории» существует связь «многие-ко-многим».

Анализ справочных данных нефтяного магистрального насоса показывает, что установить однозначную связь между маркой насоса и его характеристиками не представляется возможным. Причина в том, что характеристики насоса могут определяться не только его маркой, но и комбинациями других его характеристик, например, ротора и диаметра рабочего колеса. Для того, чтобы определить связь между маркой насоса и его комбинациями создадим таблицу «combination». Таблица состоит из двух полей. В поле id_combination записываются уникальные идентификаторы вариаций. Поле id_equipment также как и id_combination принимает целочисленный тип данных. Полю присвоен внешний ключ, который ссылается на идентификатор оборудования в таблице equipment. Поскольку одной сущности в таблице «equipment» может соответствовать одна и более сущностей в таблице «combination», а одной сущности в таблице «combination» может соответствовать только одна сущность в таблице «equipment», то связь между ними можно определить как «один-ко-многим».

Названия атрибутов насосов определим как отдельные сущности и поместим их в таблицу «attribute_group» (рис. 2). Таблица состоит из полей id_attribute_group и group_alias с типами данных INTEGER и TEXT соответственно. В поле id_attribute_group с первичным ключом записываются идентификаторы атрибутов. Поле group_alias содержит уникальное название атрибута.

Для хранения значений атрибутов предназначена отдельная таблица «attribute» (рис. 2). Каждое значение атрибута имеет свой уникальный идентификатор, который записывается в поле id_attribute. Таблица attribute также имеет поле id_attribute_group с внешним ключом, который указывает на идентификатор названия атрибута id_attribute_group в таблице attribute_group. В поле attribute_alias записываются значения атрибутов. Следует отметить, что записи в полях id_attribute_group и attribute_alias не являются уникальными, однако уникальными должны быть их комбинации.

Между сущностями «attribute» и «attribute_group» связь определена как «один-ко-многим», поскольку названию атрибута может соответствовать множество его значений, а значению атрибута – только одно название.

Связь между значениями атрибута и вариацией насоса задана при помощи таблицы «combination_attribute» (рис. 2). Таблица имеет два поля id_attribute и



id_combination с целочисленными данными, которые благодаря внешним ключам указывают на уникальные идентификаторы атрибута и комбинации соответственно. Благодаря таблице «combination_attribute» устанавливается связь «многие-ко-многим» между сущностями в таблицах «attribute» и «combination». Данная связь означает следующее: одному значению атрибута может соответствовать несколько насосов, и наоборот одной вариации насоса может соответствовать сразу несколько атрибутов.

Хранение свойств оборудования организовано при помощи двух таблиц – «feature» и «feature_value» (рис. 2). Таблица feature состоит из двух полей – feature_alias и id_feature. Поле feature_alias является текстовым и служит для хранения названий свойств оборудования. Целочисленный идентификатор свойства записывается в поле id_feature. Оба поля являются уникальными.

Для хранения значений свойств предназначена таблица feature_value. Значения записываются в текстовое поле feature_value_alias. Благодаря полю id_feature и его внешнему ключу каждое значение свойства ссылается на его название в таблице «feature».

Между таблицами «feature» и «feature_value» установлена связь «один-ко-многим», поскольку одному свойству может соответствовать множество значений.

Связи между комбинациями, свойствами комбинаций и их значениями задаются при помощи таблицы «feature_combination» (рис. 2). Таблица feature_combination состоит из трех полей, которые принимают целочисленные значения. Поле id_combination при помощи внешнего ключа ссылается на уникальный идентификатор в таблице «combination», который в свою очередь связан с идентификатором оборудования. Поле id_feature таблицы «feature_combination» ссылается на уникальный идентификатор свойства в таблице «feature». Поле id_feature_value таблицы «feature_combination» указывает на идентификатор значения свойства, которое хранится в таблице «feature_value». Каждая строка рассматриваемой таблицы является уникальной. Таблица «feature_combination» обеспечивает связь между сущностью вариации насоса и сущностью свойства насоса по типу «многие-ко-многим», поскольку одной вариации насоса могут соответствовать множество значений свойств и одно свойство может быть у множества вариаций насосов.

Выводы

Анализ задач трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов и современных программ по расчету режимов работы нефтепроводов показал актуальность создания баз данных насосного оборудования. Показано, что ввиду сложной структуры данных насосов, предпочтительнее использовать реляционные базы данных, чем электронные таблицы Excel. При проектировании физической модели базы данных выделены родительские и дочерние сущности таким образом, чтобы можно было отразить всю информацию о насосном агрегате: конструктивные особенности, область



применения, характеристики насоса в зависимости от его вариаций по сменным роторам. В процессе моделирования определены правила целостности данных, и установлены связи типа «один-ко-многим» и «многие-ко-многим» между сущностями физической модели. Разработанная архитектура базы данных обеспечивает модифицируемость, масштабируемость, модульность и эффективное использование в программах для расчета режимов работы нефтепроводов.

Обзор различных способов организации многоязычности в базе данных показал, что для достижения цели работы наиболее предпочтительным является использование структуры с двумя таблицами для каждой сущности, когда в одной таблице хранятся данные, не зависящие от переводов, а во второй – данные с переводами.



KAPITEL 6 / CHAPTER 6.

USE OF NON-TRADITIONAL RAW MATERIALS IN THE COMPOSITION OF DIETED CUT SEMI-FINISHED PRODUCTS

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕТРАДИЦИОННОГО СЫРЬЯ В СОСТАВЕ ДИЕТИЧЕСКИХ РЫБНЫХ ПОЛУФАБРИКОВ

DOI: 10.30890/2709-2313.2021-04-04-026

Introduction

Physicians fixed last time the tendency of rising of incidences of celiac diseases worldwide. The Global Gastroenterological Organization published the data on its displaying in average at one of three hundred men. To attain the valuable physical strength, ill patients are forced to cease consumption of foodstuffs that contain gluten: rice, buckwheat, millet, corn and such products unusual for Ukrainians as amaranth, quinoa, sago, green foxtail and sorghum.

To help them to solve the problem of limiting of variety of products in ration, Ukrainian scientists and technologists developed the number of gluten-free foods. However their set include only small quantity of products, e.g. free of albumens bread produced by standard of DSTU-P 4588:2006, free of gluten bread produced by technical specifications of TU 8-22-61-88, corn, rice and buckwheat macaroni (TU 9149-001-17629737 and TU 9148-011-17629737), albumen-free macaroni (TU 9149-006-17629737), corn-, rice-, buckwheat- and albumen-free mixes for use in baking (TU 9195-002-17629737 and TU 9195-013-17629737), as well as cookies of "Sugary", "Floral mix", "Harmony" and "Salty" (TU 9131-007-17629737) ones [1].

To increase the number of products for feeding of patients ill by celiacy, the firms of "DR.SCHAR" (Italy), «BEZGLUTEN» (Poland), «3PAULY» (Germany), produced in Ukraine foodstuffs specially certified for these purposes. However they found here

Meantime, the one of the most actively developing branches of public economy in Ukraine is the industry by producing of semi-finished meat and fish products. The most known products of such category are cutlets, schnitzels, chops, stakes, zrazy, meat and fish balls, klessy, koftas. The stimulus of such progress is fast increasing of number of public enterprises of "quick nourishment", demand for foods for alimentation of students and schoolchildren, and public interest to products that permit to decrease duration of producing of foods household. At the same time, one of critical problems in progress of such industry is rising of quality and nutritive value of produced foods [2].

Therefore, the goal we set in our work was optimization of composition of cutlets made of milled meat of freshwater fish by way of its mixing with vegetative raw materials.



6.1. The state of production of semi-finished and culinary products from fish raw materials

Recently, the range of culinary fish products in the world has expanded significantly. These trends are echoing among domestic producers. For example, the production of canned food, salted fish, and smoked products has significantly decreased due to rather inconspicuous undesirable product changes as a result of strict sterilization regimes, high content of salty and spicy table salt products, and the presence of harmful carcinogens in smoke products.

The growing importance of fish products and plant foods can lead to a significant increase in the production of combined fish and plant products, and, consequently, to expand the range of foods with a balanced balance.

Increasingly popular among consumers are quick-frozen semi-finished products – fish cakes, meatballs, meatballs, meatballs and others, most often made from minced fish, as well as a variety of ready meals, hot and cold snacks.

Increasing consumer demand for maximally prepared for consumption products contributes to the development and expansion of domestic fish production. One of the progressive directions of fish cooking, which has become widespread abroad, is the preparation of quick-frozen both ready-to-eat dishes and semi-finished products. The production of such products opens up great opportunities for supplying the population with fish products of a high degree of readiness [1-4].

The solution to these problems may be the production of semi-finished products with an improved composition of plant-based gluten-free breading's. This will allow you to produce products that best meet the requirements of a healthy diet and the preferences of the modern consumer.

The range of fish culinary products, both ready-to-eat and semi-finished products is very diverse and is largely determined by national traditions and tastes of different countries. The main types of culinary fish products include: natural fish products (fried, boiled, jellied and baked fish), culinary products from minced fish (meatballs, puddings, cutlets, meatballs, sausages, sausages, stuffed fish, etc.), frozen culinary products (first and second lunch dishes, dumplings, fish sticks, etc.), and pasty products from fish fillets or caviar and others [4-6].

The oldest direction of processing of minced fish is the production of fish sausages and products such as kamaboko, chikuva, and others. However, for the preparation of these products, minced meat must meet fairly stringent requirements, especially in terms of protein solubility, therefore, not every minced fish is suitable for the production of such products. These requirements are most fully met by washed raw minced meat of the surimi type and stabilized minced fish of medium fat content, in which there is no significant reduction in the solubility of proteins during storage in frozen form [7, 8-10].

The most rational use of raw materials of reduced marketable value and waste from the dismantling of traditional fish is the production of fish sausages.

Thus, despite a fairly wide range and experience in the production of fish products based on minced meat, their widespread production in our country remains problematic. In modern conditions, additional scientific and informational



information on the properties and functionality of the most common fish species, by-products, the ability to create original, including combined and simulated products of various technological forms that meet the requirements for healthy and functional nutrition [11-15].

6.2. Object, subject matter and methods of research

Fish semi-finished products are one of the most common food products due to the possibility of their rapid preparation, especially at a time when the pace of life of modern man is accelerating. At the same time, the Ukrainian market is represented mainly by meatballs. In this regard, it acquires scientific substantiation and improvement of the technology of quick-frozen semi-finished products, namely the development of the technology of quick-frozen semi-finished products based on freshwater fish meat.

The object of research - combined semi-finished products from fish in inland waters with the addition of various types of non-traditional raw materials (seaweed).

The subject of the study is the indicators of quality and safety of semi-finished products from freshwater fish with the addition of non-traditional raw materials and their changes during storage.

Research Methods. The experimental studies were carried out in the laboratories of the Department of Meat, Fish and Seafood Technology of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (Kyiv).

Determination of physicochemical indicators of raw materials, as well as at different stages of the technological process and the finished product was carried out experimentally using standard methods of research.

Determination of mass fraction of moisture by drying at 100...105 °C, mass fraction of fat by extraction method in the apparatus of Soxhlet, mass fraction of sodium chloride by the argentometric method according to GOST 7636-85 [16].

Mass fraction of protein in accordance with GOST 7636-85 - determination of total nitrogen by the Kjeldahl method. Ashing of the samples was performed on Velp Scientifica series DK6 (Italy) with a vacuum pump (JP). Distillation was performed on a steam distillation apparatus Velp Scientifica UDK 129 (Italy) [17].

Mass fraction of amino acids - by ion exchange chromatography on an automatic amino acid analyzer Biotronik LC 2000 (Germany), the share of tryptophan - colorimetric method after alkaline hydrolysis of the studied samples [18]. The content of fatty acids - chromatographic method on the chromatograph Dome 55 (Russia). The content of heavy metals (lead, cadmium, arsenic, mercury, copper, zinc) was determined by atomic absorption spectrometry in accordance with GOST 11885-96 [19].



6.3. Development of freshwater semi-finished formulations and technology, evaluation of their quality

It was suggested to harmonize flavor properties and mineral composition of freshwater fish using seaweed – focus and kelp.

Studied formulations samples are given in Table 1.

Table 1

Samples of improvement of studied formulations

Order No.	Ingredient	Quantity	
		Sample No. 2	Sample No. 3
1.	Silver carp fillet	64.95	64.95
2.	Gluten-free bread	3	3
3.	Powder milk	5	5
4.	Chicken eggs	5	5
5.	Black pepper powder	0.05	0.05
6.	Onion	3	3
7.	Cooking salt	1	1
8.	Water	5	5
9.	Dried bread crumbs	3	3
10.	Fucus	10	-
11.	Kelp	-	10
Total		100	100

The study of general chemical composition of the samples (Table 2) showed that moisture content in the samples under the study is somewhat higher than in the control one. Lipids content in the studied samples somewhat decreases after adding of seaweed which can be explained by decrease of the share of the fish flash raw material, protein content in minced meat decreases compared to the control sample but not significantly.

Table 2

Chemical composition of studied samples

Studied sample	Moisture content, %	Protein content, %	Fat content, %	Ash content, %
Quick-frozen semi-finished food				
Sample 1 (control)	46.20±0.37	18.10±0.18	6.30±0.24	1.05±0.05
Sample 2	39.40±0.30	19.30±0.10	7.20±0.30	1.11±0.04
Sample 3	52.80±0.45	18.70±0.20	6.50±0.26	1.08±0.06
Finished products				
Sample 1 (control)	42.08±0.20	17.80±0.20	14.00±0.10	1.05±0.05
Sample 2	38.60±0.20	18.40±0.19	14.10±0.23	1.31±0.04
Sample 3	48.90±0.20	18.10±0.20	13.90±0.10	1.28±0.06

The energy value of the semi-finished products and the degree of filling daily energy need for the adult population of the II group of work intensity at the age of 18-29 years are calculated. The results of calculations are presented in Table 3.

It can be seen from the data in Table 3 that the sample of recipe No. 1, 2 is characterized by poverty energy value than the sample of recipe No. 2, which is due to the high protein content of the developed products. When consuming 100 g of product recipe No. 1 degree of meeting the daily energy needs for men of the II group

Table 3

The energy value of finished products and the degree of filling daily need of the adult population in energy

Studied sample	Energy value, kcal	Daily energy need, kcal		Degree of filling daily energy need, %	
		men	women	men	women
sample 1	197.2	2800	2200	7.04	8.96
sample 2	200.5			7.16	9.11
sample 3	197.5			7.05	8.98

of labor intensity at the age of 18 to 29 years is 7.04 %, recipe No. 2 - 7.16 and recipe No. 3 - 7.05 %. For women of the II group, the intensity of labor at the age of 18 to 29 years is 8.96 % with consumption of 100 g of the product of recipe No. 1, recipe No. 2 - 9.11 % and recipe No. 3 - 8.98 %.

It is established in the process of the studies of minced meat rheological properties that the studied sample with kelp, when hydrated in the ratio 1:4, attains increased shearing stress at the seaweed weight fraction – 10 %, in comparison to the control sample (Fig. 1) and attests to formation of elastic structure of minced fish flash for rissoles. It is conditioned by increase of firmly bound moisture content and solid consistency of modeling minced fish flash.

In the process of study of boundary shearing stress in the samples it was noted that adding kelp to formulation composition of the rissoles has a significant influence on the structure of minced fish flash which becomes more heavy, elastic compared to the control sample and attests to practicability of using fucus and kelp in the technology due to their hydration ability. The functional connection $y=f(x)$ is as follows: control sample - $y = 2,8571x^2 - 59,143x + 1022$, semi-finished products with fucus - $y = -30x + 1186$ and semi-finished products with kelp - $y = 4,2857x^2 - 79,714x + 1268$.

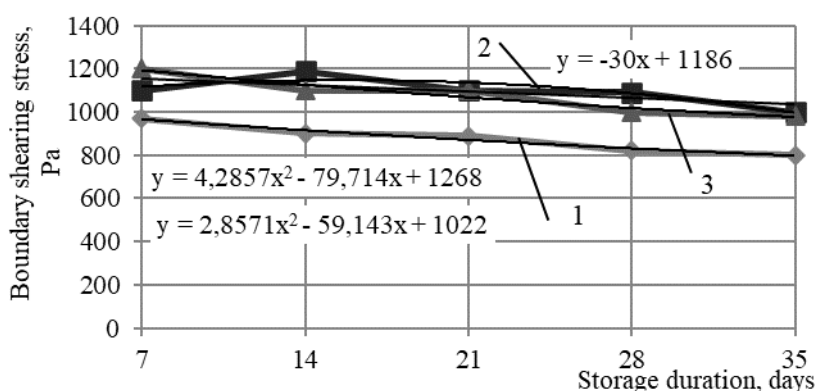


Fig. 1. Boundary shearing stress of semi-finished minced fish flash: 1 – control, 2 – with fucus, 3 – with kelp

For provision of a rationale for structural and mechanical properties and studying their changes after heating minced fish flash, penetration was studied and boundary shearing stress of the finished product was calculated.

Increase in penetration level was established in the finished products with addition of seaweed compared to control sample (Fig. 2).

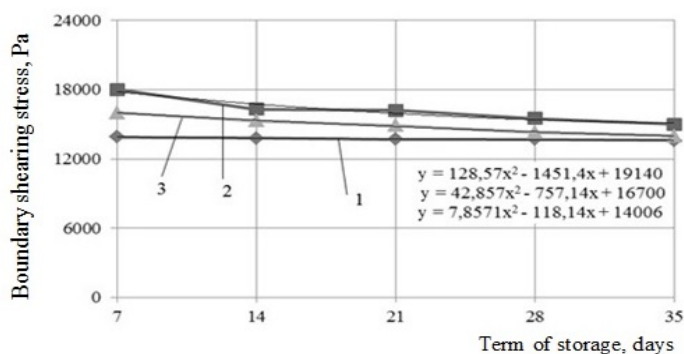


Fig. 2. Functional connection of boundary shearing stress of fish rissoles: 1 – control, 2 – with fucus, 3 – with kelp

It was found out that boundary shearing stress decreases when seaweed content level increases in the finished minced fish flesh. The decrease of boundary shearing stress after adding fucus and kelp to the minced fish flesh could be explained by increase of moisture retention ability and water-binding power which makes the finished product fabricable that is tenderer, more succulent.

The research of physical and chemical properties of the studied samples determined that pH-value of the studied samples is at the level of the control sample (Fig. 3).

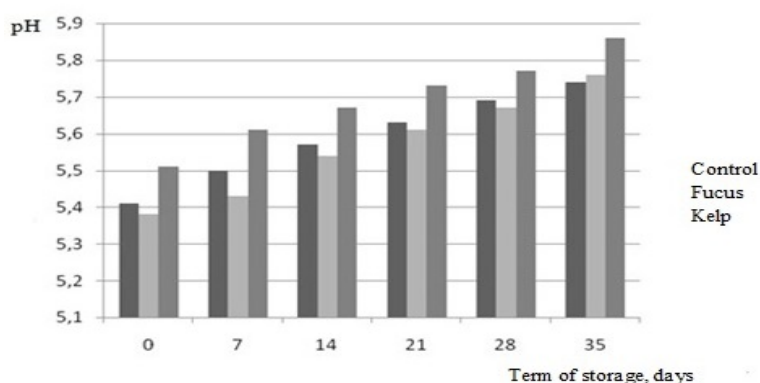


Fig. 3. Active acidity in the studied samples with fucus and kelp compared to the control sample

In the process of heating decrease of water-binding power of fish flash occurs which affects its hardness and yield. That is why they are main parameters of the quality of semi-finished products and establish technological properties of the products. The influence of hydrated fucus and kelp on these functional and technological properties of model compositions of minced fish flesh has been studied.

The degree of oxidative and hydrolytic changes of lipid substances in frozen semi-finished products in the process of storage was evaluated according to acid-degree value and peroxide index (Fig. 4 and 5).

Based on the data given in Figure 5 it is established that changes in the peroxide number of lipids of semi-finished products during storage have a linear tendency to increase, which indicates the accumulation of primary oxidation products - peroxides. In the control samples of rissoles, the accumulation of products of fat hydrolysis occurred more intensively than in the experimental samples.

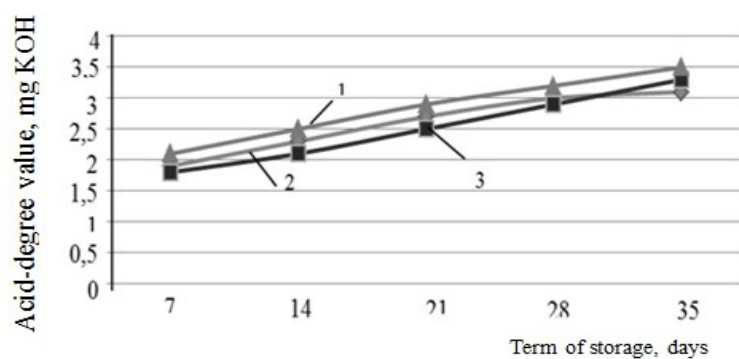


Fig. 4. Dynamics of changes of fat acid-degree value in the process of storage of semi-finished products: 1 – control, 2 – with fucus, 3 – with kelp

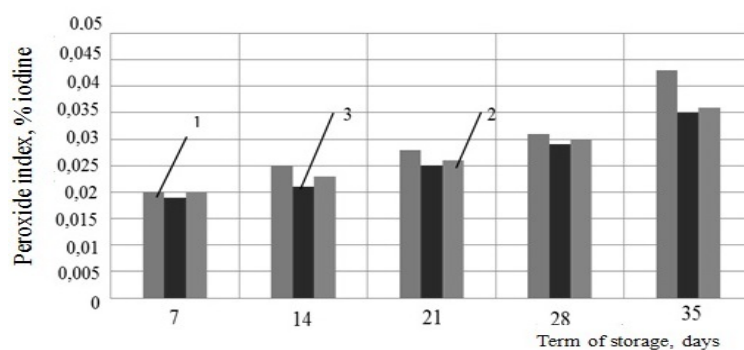


Fig. 5. Dynamics of changes of fat peroxide index in the process of storage of semi-finished products: 1 – control, 2 – with fucus, 3 – with kelp

In the experimental samples, the accumulation of primary oxidation products occurred less slowly than in the control ones. This is due to the fact that the control samples of the cutlets contain more fat than the experimental ones due to the high content of the fish raw material in the recipe and are characterized by a more intensive flow of lipid oxidation and hydrolysis processes than the product with less content (improved formulations), which is safe and suitable for consumption.

Conclusion

The proposed formulations of fish-based semi-finished products would permit to spread the assortment of dietetic products. The second positive effect of application of vegetative raw materials in minced fish masses is finding of one more method of reprocessing of freshwater fish. The R&D work we performed would be continued and should include the stage of development and optimization of technologies of producing of fish products modified by vegetative raw.

It was shown experimentally that adding of vegetative raw materials in the mix permits to increase its nutritional value. Absence of negative effects followed after adding of vegetative raw into the minced fish mass permits us to recommend it for consumption as the product of dietetic destination.



KAPITEL 7 / CHAPTER 7. FIRE AND EXPLOSION HAZARD OF BIOFUEL PLANTS

ПОЖЕЖОВИБУХОНЕБЕЗПЕКА ПІДПРИЄМСТВ З ВИРОБНИЦТВА БІОПАЛИВА

DOI: 10.30890/2709-2313.2021-04-04-004

Вступ

Близько 90 % світового споживання біопалива припадає сьогодні на біоетанол і біодизель. Світовими лідерами у галузі виробництва біоетанолу є США, Бразилія та Європейський Союз, в яких він використовується в якості біопалива для автомобільного транспорту. Для виробництва біоетанолу використовуються різноманітні види сировини, сільськогосподарські відходи, цукровмісні і крохмальовмісні культури (пшениця, цукрові буряки, кукурудза, цукровий буряк, топінамбур та ін.).

До 2030 року в залежності від географічного розташування країн біопаливо може зайняти від 10 до 30% сукупного енергетичного споживання. Суттєвою перевагою виробництва біоетанолу є використання поновлюваних джерел енергії. Згідно до законопроекту № 3356 Верховної Ради, з липня 2021 року бензин, вироблений в Україні, повинен на 5% складатися з біоетанолу з подальшим його збільшенням до 6% в 2022 році та до 7% в 2023 році [1].

Загальна потужність виробництва біоетанолу в Україні складає навколо 280 тис. т/рік [8]. Виробництва знаходяться переважно на цукрових підприємствах.

Згідно з Директивою 2009/28/ЕС біоетанол і біодизель, які використовуються на транспортних засобах в чистому вигляді або в суміші, повинні відповідати стандартам якості, встановленим для забезпечення оптимальної експлуатації двигуна [11].

Затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 01.09.2013 р. № 927 «Технічний регламент щодо вимог до автомобільних бензинів, дизельного, суднових та котельних палив» та вимоги ДСТУ 7687:2015 дозволяють використання об'ємної частки біоетанолу до 5% при виробництві традиційних бензинів автомобільних [5]. Досвід підприємств країн світу по виробництву біопалива свідчить про достатньо високий рівень надзвичайних ситуацій у зв'язку з пожежо- і вибухобезпечністю підприємств. Безпека отримання біоетанолу – актуальна проблема при виробництві цього біопалива.

7.1. Причини аварій на біопаливних підприємствах

Через три десятиліття після новаторської розробки етанолу з цукрової тростини в Бразилії з'явився світовий бум в галузі автомобільної біопаливної промисловості [14].

При надзвичайних ситуаціях на установках з біопаливом можливі аварії з важкими наслідками (руйнування майна, обладнання, забруднення довкілля,



травми виробничого персоналу та ін.).

Встановлено, що пожежа є найбільш поширеним типом аварії на виробництвах біоетанолу, механічне пошкодження обладнання є основною причиною аварій. З метою виявлення ризиків контролюються процеси виробництва біопалива на стадії проектування та експлуатації, вдосконалюються заходи безпеки та навчання персоналу в цій галузі.

Аналіз публікацій останніх років за безпекою технологій виробництва біоетанолу дозволяє встановити потенційні ризики пожежі [9, 10, 13]:

- самонагрівання сировини або похідних подрібнених продуктів (під час затирання, наприклад, кукурудзи);

- створення вибухонебезпечної атмосфери (пари або пилу) та ризику вибуху в резервуарах;

- ризик пожежі, спричинений надмірною передачею тепла до продуктів через несправність плити (при обробці сировини) або сушарки (при сушінні зерна);

- використання та зберігання різних легкозаймистих продуктів;

- використання інших небезпечних речовин (кислот, лугів);

- зберігання газу (CO₂) під тиском;

- відсутність заземлення, склеювання для уникнення електростатичних небезпек;

- пошкодження матеріалів через несприятливі наслідки погодних умов (наприклад, зберігання сировини на відкритих майданчиках).

Крім того, необхідно враховувати властивості вихідної сировини (хімічний склад, вологість, умови зберігання та ін.), від яких залежить можливість займання або самозаймання.

Можливі аварії з викидами легкозаймистих речовин, токсичних та їдких речовин, що може бути результатом ряду причини, пов'язаних з технологічним обладнанням, машинами, експлуатацією контрольно-вимірювальних приладів. Наприклад, незадовільна система контролю (управління рівнем, тиском, температурою) призводить до відхилення цих показників від норми [7].

До небезпек, пов'язаних з переробкою сировини, відносяться [15, 17]:

- висока робоча температура або температура зберігання (тиску), що призводить до процесу втечі;

- переповнення резервуара, посудини, реактора або танкера;

- неправильний вибір обладнання, техніки для цього процесу;

- незадовільний монтаж, огляд та технічне обслуговування;

- використання нестандартного обладнання у вибухонебезпечній атмосфері

Крім того, необхідно вивчення досвіду інших виробництв та виявлення найбільш вірогідних заходів безпеки для уникнення аварій [13]. До основних факторів займання на підприємствах виробництва біоетанолу відносяться: відкрите полум'я, блискавка, гарячі поверхні, променисте тепло, куріння, різання та зварювання, самозаймання біоетанолу, статична електрика.



7.2. Методи управління ризиками при виробництві біопалива

Програми управління безпекою процесів (PSM) впроваджується в багатьох хімічних, переробних галузях і компаній у всьому світі [12]. Програма PSM дозволяє вдосконалити управління ризиками в процесі виробництва біопалива та свідчить, що сталого виробництва біопалива неможливо досягти без належного врахування безпеки процесу. На прикладі процесів дистиляції та зневоднення етанолу у програмі використанні дослідження небезпеки та працездатності (HAZOP). Аналіз небезпеки (PHA), небезпека та дослідження працездатності (HAZOP) вперше використані у виробництві біопалива. Програма дозволяє виявити наслідки порушення – вимог безпеки на біопереробних заводах.

Аналіз HAZOP передбачає, що небезпеки виникають на технологічній установці через відхилення від проекту або від технологічного регламенту.

Команда дизайнерів та операторів систематично виявляє причини та негативні наслідки для всіх можливих відхилень від нормальної роботи, які можуть виникнути у кожному відділенні підприємства. Завдяки аналізу HAZOP, команда експертів HAZOP запропонує рекомендації виробнику етанолу для їх виконання.

Аналіз HAZOP – трудомісткий процес. Для зменшення навантаження на команду HAZOP дослідницькою групою університету Цінхуа розроблено розумне програмне забезпечення PSMSuite® – зручна програмна платформа для управління знаннями, організації даних, перегляду записів історії та генерації звіту. Це програмне забезпечення може ефективно вдосконалювати роботи під час HAZOP програмного забезпечення. Встановлено 56 % несприятливих ситуацій виникнення пожеж та вибухів. Крім того, дослідженнями HAZOP визначено 22 % сценаріїв виробничих втрат сировини та продуктів, які не відповідають сертифікату.

До несприятливих ситуацій належать відходи, втрата проміжних продуктів, деградація продукту та пошкодження обладнання чи приладу. Визначено, що рослина сировина для виробництва біоетанолу повина пройти ретельне обстеження методом HAZOP. Програма PSM дозволяє вдосконалити управління ризиками в процесі виробництва біопалива.

7.3. Визначення основних критеріїв за вибухопожежною та пожежною небезпекою у виробництві біоетанолу

Біоетанол за ступенем впливу на організм людини відноситься до 4-го класу небезпеки відповідно до ГОСТ 12.1.007. Гранично допустима концентрація (ГДК) парів біоетанолу в повітрі робочої зони виробничих приміщень по етиловому спирту – 1000 мг/м³ відповідно до ГОСТ 12.1.005.

Біоетанол має наркотичну дію, має здатність проникати через пошкоджену шкіру [2, 3]. Біоетанол – легкозаймиста рідина, температура займання – 13 °С; температура самозаймання – 404 °С. Температурні межі вибуховості парів в



повітрі: нижній – 11 °С. верхній – 41 °С. Концентраційні межі вибуховості при 101.3 кПа (760 мм рт. ст.) – 3.6% об. – 19.0% об. [4].

Пожежна небезпека технологічного процесу оцінюється розрахунковим або експериментальним шляхом, при якому визначаються надлишковий тиск вибуху для парів легкозаймистих та горючих рідин в приміщенні або розмір зон, обмежених нижньої концентраційної межею поширення полум'я парів.

Порядок розрахунку значень критеріїв за вибухопожежною та пожежною небезпекою представлено у ДСТУ Б В.1.1-36:2016 [6].

Надлишковий тиск вибуху для парів легкозаймистих (ЛЗР) та горючих рідин (ГР) визначається за формулою:

$$\Delta P_{\max} = (P_{\max} - P_0) \cdot \frac{m \cdot Z \cdot 100}{V_{\text{вільн}} \cdot \rho_n \cdot C_{\text{ст}} \cdot K_n} \quad (1)$$

де P_{\max} – максимальний тиск вибуху стехіометричної пароповітряної суміші у замкнутому об'ємі, кПа.

Максимальний тиск вибуху визначається:

$$P_{\max} = \frac{y \cdot P_0 \cdot T_B}{x \cdot T_0} \quad (2)$$

де y – кількість молей речовини після вибуху (визначається з рівняння повного окислення одного моля горючої рідини);

T_B – температура вибуху, для більшості речовин близько 1500 K;

x – кількість молей речовин до вибуху, (визначається з рівняння повного окислення одного моля горючої речовини);

T_0 – початкова температура, K;

P_0 – атмосферний тиск, кПа ($P_0=101,3$ кПа);

m – маса парів біоетанолу, що потрапили в результаті розрахункової аварії до об'єму приміщення, яку визначають для парів за формулою:

$$m = W_g \cdot F_g \cdot \tau_p \quad (3)$$

де W – інтенсивність випаровування, $\text{кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$;

F_g – площа випаровування;

τ_p – тривалість випаровування біоетанолу, приймається 3600 с;

Z – коефіцієнт участі парів ЛЗР у вибуху (для біоетанолу $Z = 0,3$);

$V_{\text{вільн}}$ – вільний об'єм приміщення ($0,8V_{\text{прим.}}$), м^3 ;

ρ_n – густина парів ЛЗР за розрахункової температури t_p , ($\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$), що визначається за формулою:

$$\rho_n = \frac{M}{V_0 \cdot (1 + 0,00367 \cdot t_p)} \quad (4)$$

де M – молярна маса етанолу, 46 $\text{кг}/\text{кмоль}$;

V_0 – мольний об'єм, що дорівнює 22,413 $\text{м}^3/\text{кмоль}$;

t_p – розрахункова температура.

Інтенсивність випаровування ЛЗР визначається за формулою

$$W_g = 10^{-6} \cdot P_n \cdot \sqrt{M} \quad (5)$$



де P_H – тиск насичених парів

M – молярна маса етанолу, 46 кг/кмоль

Тиск насичених парів біоетанолу при розрахунковій температурі:

$$P_H = 0,133 \cdot 10^{\left(\frac{A-B}{t+C_A} \right)} \quad (6)$$

де A , B , C_A – константи Антуана, що залежать від властивостей рідини, приймаються за довідником;

t_p – розрахункова температура.

C_{cm} – стехіометрична концентрація парів етанолу, % (об.), що визначається за формулою:

$$C_{cm} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot \beta} \quad (7)$$

де β – стехіометричний коефіцієнт кисню в реакції горіння:

$$\beta = n_c + \frac{n_H - n_X}{4} - \frac{n_o}{2} \quad (8)$$

де n_c , n_H , n_o , n_X – число атомів С, Н, О та галогенів у молекулі парів ЛЗР (для біоетанолу $n_c=2$; $n_H=6$; $n_o=1$);

K_H – коефіцієнт, що враховує негерметичність приміщення (приймається $K_H=3$).

За розрахованим значенням надлишкового тиску вибуху парів біоетанолу за формулою (1) визначають можливі негативні наслідки вибуху для обслуговуючого персоналу, а також ступінь руйнування будівлі, користуючись довідковими даними.

Визначення надлишкового тиску вибуху дає можливість своєчасно виконати організаційно-технічні заходи для попередження важких наслідків для персоналу, а також будівель, споруд і обладнання.

При роботі з біоетанолом повинні бути виконані вимоги за температурою в приміщенні і вмістом парів. Приміщення повинно бути обладнане загальнообмінною припливно-витяжною вентиляцією з механічним спонуканням. Обов'язкова герметизація виробничих процесів. Вибухонебезпечні концентрації в приміщеннях визначають за допомогою автоматичних стаціонарних сигналізаторів. Електрообладнання повинно бути виконано у вибухонебезпечному виконанні.

Висновки

На основі аналітичного огляду використаних джерел встановлено, що пожежа є найбільш поширеним типом аварії на виробництвах біоетанолу. Механічне пошкодження обладнання є основною причиною аварій. З метою виявлення ризиків контролюються процеси виробництва біопалива на стадії



проектування та експлуатації.

Програма PSM дозволяє вдосконалити управління ризиками в процесі виробництва біопалива та свідчить, що сталого виробництва біопалива неможливо досягти без належного врахування безпеки процесу.

Визначення надлишкового тиску вибуху дає можливість своєчасно виконати організаційно-технічні заходи для попередження важких наслідків для персоналу, а також будівель, споруд, обладнання та довкілля.

Приміщення виробництва біоетанолу повинно бути обладнане загальнообмінною припливно-витяжною вентиляцією з механічним спонуканням та автоматичними стаціонарними сигналізаторами для визначення вибухонебезпечних концентрацій. Електрообладнання повинно бути у вибухонебезпечному виконанні.



KAPITEL 8 / CHAPTER 8.
DESIGNING CLASSES AND SUBCLASSES ONTOLOGY BUSINESS
ARCHITECTURE DIGITAL AGRICULTURAL ENTERPRISES

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КЛАССОВ И ПОДКЛАССОВ ОНТОЛОГИИ БИЗНЕС-АРХИТЕКТУРЫ
ЦИФРОВЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

DOI: 10.30890/2709-2313.2021-04-04-041

Введение

Стремительное развитие цифровых технологий и высокая конкуренция на рынках товаров и услуг заставляют агропромышленный комплекс (АПК) использовать неоспоримые преимущества этих технологий, меняться и подстраиваться под информационно насыщенную среду, наращивая свои конкурентные преимущества. Так, технология интернета вещей (IoT) в результате анализа точных и своевременных данных создает новые возможности для предприятий по расширению спектра своих услуг, сближению со своими клиентами, улучшению бизнес-процессов и дифференциации их предложений на рынке, обеспечивая при этом режим реального возврата инвестиций и окупаемость [1].

Решающим условием получения высокого результата в цифровой экономике являются не столько сами цифровые технологии, сколько новые модели управления. Это предполагает реализацию на практике преимущества новых знаний и идей над основными фондами, выстраивание адаптивных бизнес-процессов, мобильность использования ресурсов, нацеленность цифровой трансформации бизнес-процессов на реализацию новых экономических моделей и принципиально новых систем управления, которые стали возможны после внедрения цифровых технологий [2].

Внедрение цифровых технологий в АПК требует создания принципиально новой бизнес-архитектуры цифровых сельскохозяйственных предприятий. Однако не только представители сельскохозяйственных комплексов, но даже представители ИТ отрасли не могут сходу определить, к каким результатам приведет внедрение той или иной технологии умного земледелия, какое устройство наиболее целесообразно применить в определенном сельскохозяйственном предприятии и как связать в эффективную сеть бизнес-объекты и «вещи» из Интернета вещей [3]. Причиной этого является отсутствие референсных моделей архитектуры цифровых сельскохозяйственных предприятий, что объясняется, в свою очередь, отсутствием общепринятых и общепризнанных моделей взаимодействия и функционирования; общей архитектуры интернета вещей; принципов хранения передачи и обработки данных; принципов построения приложений, которые бы позволили отнести систему к классу систем Интернета вещей.

Проведенный анализ существующих исследований в области интернета вещей в сельскохозяйственных предприятиях доказал актуальность и необходимость формализации данных предметной области и создание типовой



бизнес-архитектуры цифрового сельскохозяйственного предприятия [4, 5]. Решить эту проблему должна онтологическая модель архитектуры цифровых сельскохозяйственных предприятий и её важнейшая составляющая — модель бизнес-архитектуры.

Проектирование бизнес-архитектуры предприятия может рассматриваться как своего рода аккумуляция знаний и данных о предметной области и реализации их общей модели. Модель знаний - это модель целенаправленного процесса применения целостного личностного или коллективного знания и целостного предметного знания, направленных на объекты для получения требуемого результата производственной деятельности. Онтологическая модель знаний — это представление некоторой области знаний с помощью концептуальной схемы. Обычно такая схема состоит из структуры данных, содержащей все релевантные классы объектов, их связи и правила (теоремы, ограничения), принятые в этой области [6].

По сравнению с традиционными методами главной отличительной особенностью онтологического подхода, получившего в последнее время широкое распространение, является возможность представления определенной (а не подразумеваемой), формальной и поддерживаемой компьютером семантики понятий модели знаний, то есть детальной формализации определенной области знаний.

Онтологический подход, в свою очередь, обладает рядом преимуществ, таких как: универсальность и способность описать различные аспекты архитектуры предприятия; легкая адаптируемость и дополняемость, при этом глубина проработки отдельных аспектов определяется необходимостью и не регламентирована методологией; интеграцией понятия различных аспектов архитектуры предприятия и систематизацией понятийного аппарата.

Кроме того, онтологическая модель доступна для понимания и корректировки бизнес-архитекторам и ИТ-специалистам, предлагает вербальное представление категорий предметной области организации. При этом отдельные аспекты архитектуры предприятия могут быть описаны на других языках моделирования, с использованием понятий, введенных в онтологической модели.

Комплекс онтологических моделей позволяет выстраивать взаимосвязи сервисов и приложений на разных уровнях архитектуры. Важно, что онтологии пригодны для трансляции в прочие языки описания, принятые при разработке различных информационных систем, например, UML или XML. Поэтому онтологический подход был признан целесообразным для проектирования бизнес-архитектуры цифровых сельскохозяйственных предприятий.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью поиска эффективных методов формализованного представления архитектурных моделей при внедрении цифровых технологий в сельскохозяйственных организациях в силу сложности, многомерности и разнородности общих схем архитектуры предприятия.



8.1. Подходы к онтологическому проектированию

Для построения онтологии использовалась концепция быстрого прототипирования. При этом планирование выполняется до начала разработки, контроль и гарантии качества осуществляются в процессе разработки, операции по накоплению знаний выполняются на стадии концептуализации, чтобы избежать ошибок на фазе реализации. Основой онтологии является поле знаний – это некоторое наглядное условное, часто слабо-формализованное представление. Включает в себя основные объекты (концепты), предметной области и связи между ними. Является одним из способов наглядного представления знаний, необходимого для лучшего понимания. Поле знаний формируется при структурировании разрозненных фрагментов знаний. Обычно его формирование начинается с выявления концептуальной структуры предметной области.

В основе проектирования лежит мета-онтология, которая описывает наиболее общие понятия организации. Мета-онтология — это единая онтология разделяемой концептуализации предметной области организации. Мета-онтология детализируется при помощи онтологии предметной области, количество которых ограничивается лишь целесообразностью глубины декомпозиции. В качестве прикладной онтологии нами была создана модель бизнес-процессов и информационных объектов типового предприятия. Данная модель детализирует часть понятий мета-онтологии, относящихся к слою бизнес-процессов архитектуры предприятия.

В онтологии предприятия практически отсутствуют описания технологического уровня, уровня интернета вещей, однако при проектировании архитектуры цифровых сельскохозяйственных предприятий следует учитывать и этот уровень, являющийся базовым для обеспечения интероперабельности производственных киберфизических систем. Использование расширенной онтологии предприятия обеспечит межорганизационное взаимодействие, а также повысит информационную прозрачность в части представления данных, необходимых в процессе принятия решений о создании и функционировании структуры интернета вещей.

Для расширения онтологии предлагается использовать референсные модели и архитектуры интернета вещей. Референсная модель любой системы, фактически, представляет собой предметную онтологию, включающую взаимосвязанный набор понятий, их определений. Референсные модели интернета вещей описывают как абстрактную IoT-систему (архитектуру, элементы и функции такой системы), так и общие принципы проблемной области интернета вещей. Использование референсных моделей интернета вещей для расширения онтологии предприятия представляется возможным по следующим причинам: модели создаются экспертами, учеными и представителями индустрии (международными организациями или промышленными консорциумами) и отражают общее понимание проблемной области; модели имеют достаточно высокий уровень абстракции, описание интернета вещей представляется безотносительно способов реализации,



технологий и существующих протоколов.

Так, архитектурный комитет Всемирного форума по Интернету вещей [7] представил следующую референсную модель интернета вещей, состоящую из семи уровней. На первом, самом нижнем уровне располагаются физические устройства и контроллеры (объекты интернета вещей); на втором уровне — коммуникационно-вычислительные блоки. На третьем уровне находятся граничные вычисления для анализа и трансформации данных; на четвертом уровне — хранилища, в которые происходит накопление данных, на пятом уровне — агрегация данных; на шестом уровне располагаются приложения (отчеты, аналитика, данные контроля). И наконец, на последнем, седьмом уровне — совместная работа и бизнес-процессы.

8.2. Проектирование классов и иерархии подклассов онтологической модели

Одним из начальных этапов построения онтологической модели является выделение классов предметной области и организация иерархии их подклассов [8]. Рассмотрев основные составляющие слоя бизнес-архитектуры, были выделены следующие понятия: Затраты, Каналы продаж, Клиенты, Поставщики, Продукты, Ресурсы, Соглашения. Эти понятия и будут представлять классы онтологической модели. Граф класса «Архитектура предприятия», разработанный в программной среде Protege, отображен на рисунке 1.

Теперь подробнее разберем иерархическую структуру классов и подклассов онтологической модели.

Класс «Затраты» отражает основные производственные и непроизводственные издержки предприятия.

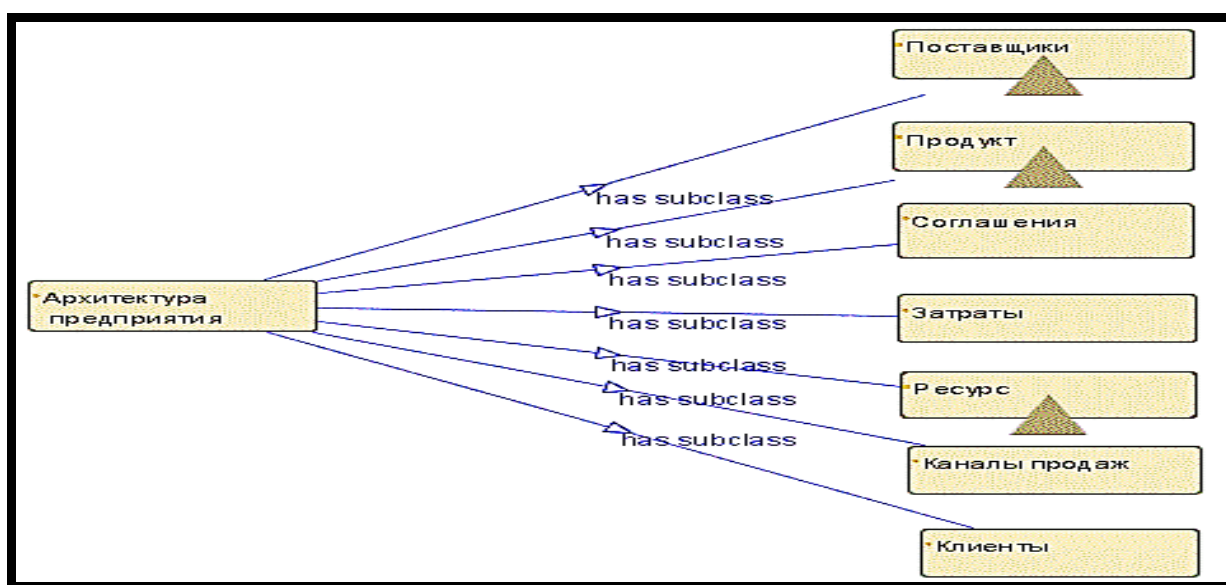


Рисунок 1 – Подклассы класса «Архитектура предприятия»



Он не включает собственных подклассов, но имеет экземпляры класса «Вспомогательные материалы», «Зарплата производственных рабочих», «Основные материалы» и «Сырье», имеющие собственные слоты, то есть свойства. Граф экземпляров класса «Затраты» отображен на рисунке 2.

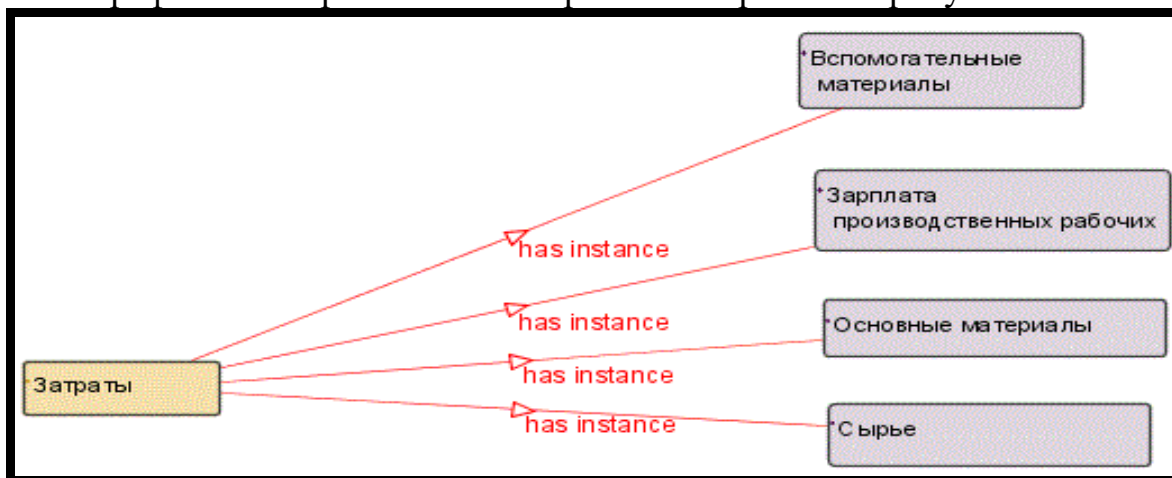


Рисунок 2 – Экземпляры класса «Затраты»

Класс «Каналы продаж» отражает способы взаимодействия клиентов с компанией и подразделяется на два подкласса – активные и пассивные каналы продаж.

Подкласс «Активные каналы продаж» описывает ситуации в случае, когда предприятие являемся инициатором конкретного взаимодействия с конкретным клиентом и имеет следующие экземпляры: «Телемаркетинг», «Каналы прямых продаж» и «Партнёрские каналы продаж».

Подкласс «Пассивные каналы продаж» описывает случаи, когда предприятие предпринимает какие-то определенные действия по раскрутке продукта или услуги, но дальнейшим инициатором взаимодействия является сам клиент. Данный подкласс имеет следующие экземпляры: «Реклама», «Отзывы клиентов». Граф, демонстрирующий подклассы и их экземпляры, в рамках класса «Каналы продаж» отображен на рисунке 3.

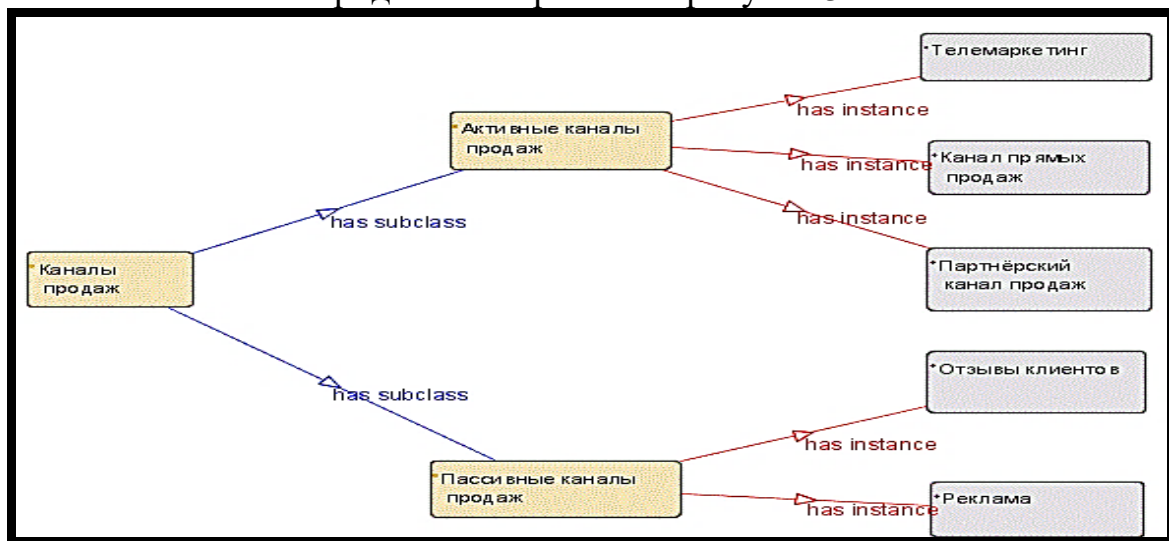


Рисунок 3 – Подклассы и экземпляры класса «Каналы продаж»



Класс «Клиенты» описывает клиентскую базу предприятия и имеет два подкласса – «Юридические лица» и «Физические лица». В классе не были выделены экземпляры, так как данная модель является типовой и не отражает особенности конкретного предприятия. В частном же случае экземплярами класса будут индивидуальные единицы юридических и физических лиц. Граф, отражающий подклассы класса «Клиенты» отображен на рисунке 4.

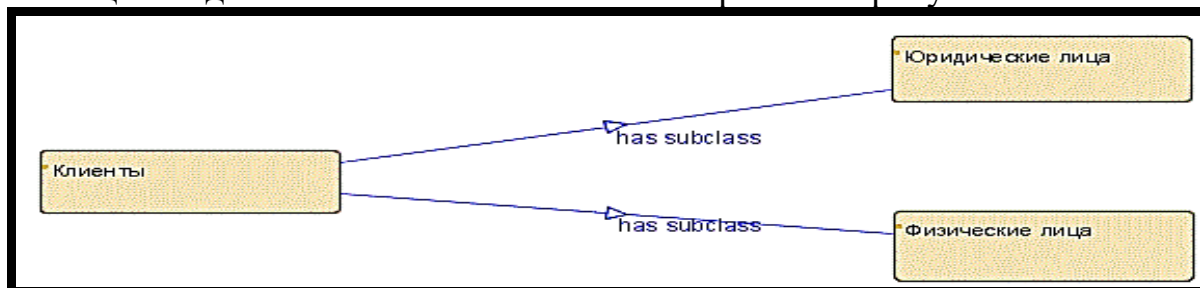


Рисунок 4 – Структура класса «Клиенты»

Класс «Поставщики» описывает поставщиков ресурсов, необходимых для реализации бизнес-процессов предприятия и подразделяется на следующие подклассы: «Поставщики платформ», «Поставщики приложений», «Поставщики связи», «Поставщики устройств». Каждый подкласс имеет собственные экземпляры поставщиков, имеющих собственные свойства. Структура класса «Поставщики» отражена на рисунке 5.

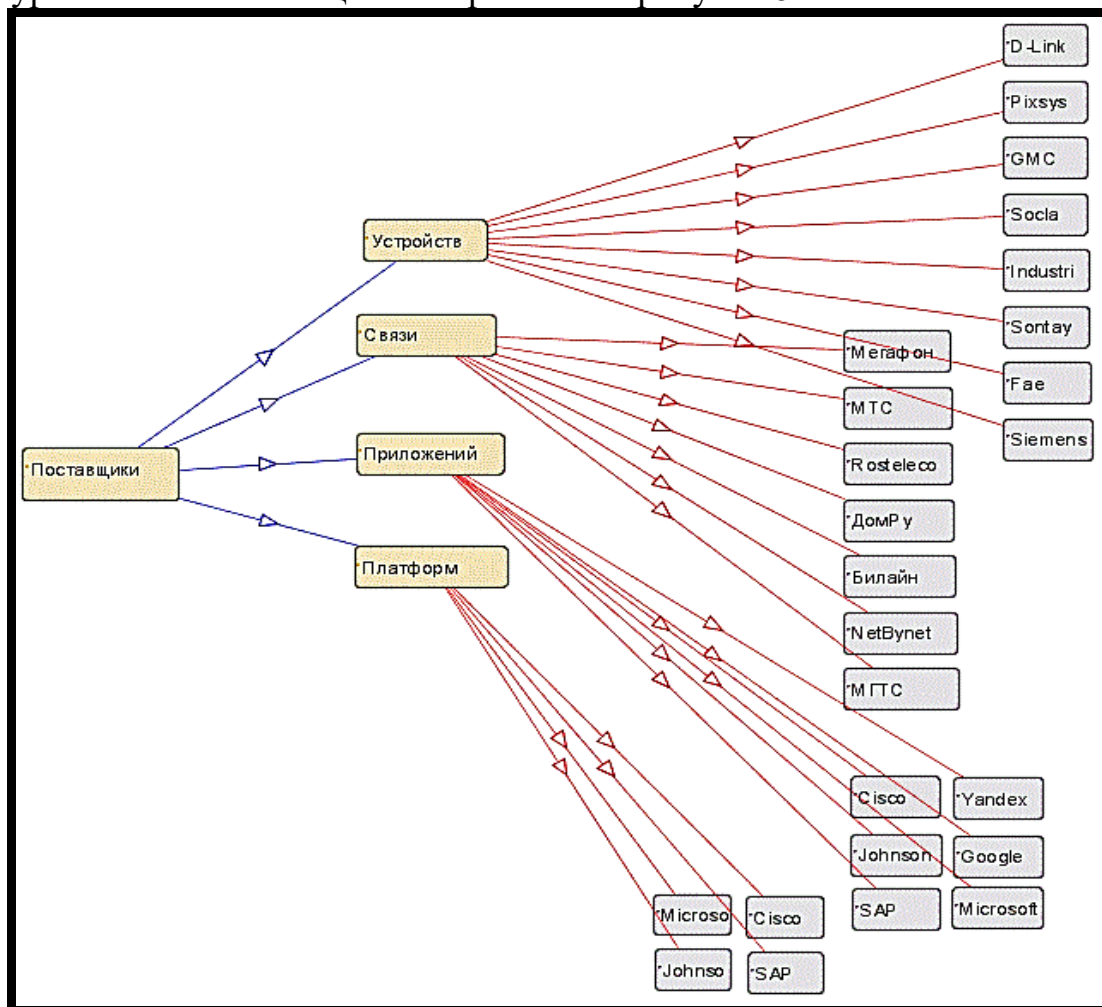


Рисунок 5 – Структура класса «Поставщики»



Класс «Продукт» описывает товары или услуги предприятия, которые могут представлять интерес покупателям. Данный класс целесообразно разделить на три подкласса «Материальные продукты», «Информационные продукты» и «Услуги».

Подкласс «Материальные продукты» описывает физические объекты, которые могут быть «восприняты на ощупь», поскольку в качестве типового предприятия, в модели рассматривается сельскохозяйственное предприятие. Подкласс «Информационные продукты» описывает различные совокупности данных, сформированные предприятием для ее распространения в материальной или в нематериальной форме.

Последний подкласс – «Услуги» описывает нематериальные продукты предприятия. Во всех подклассах выделены экземпляры, имеющие отдельные слоты. Граф, демонстрирующий структуры класса «Продукт» изображен на рисунке 6.

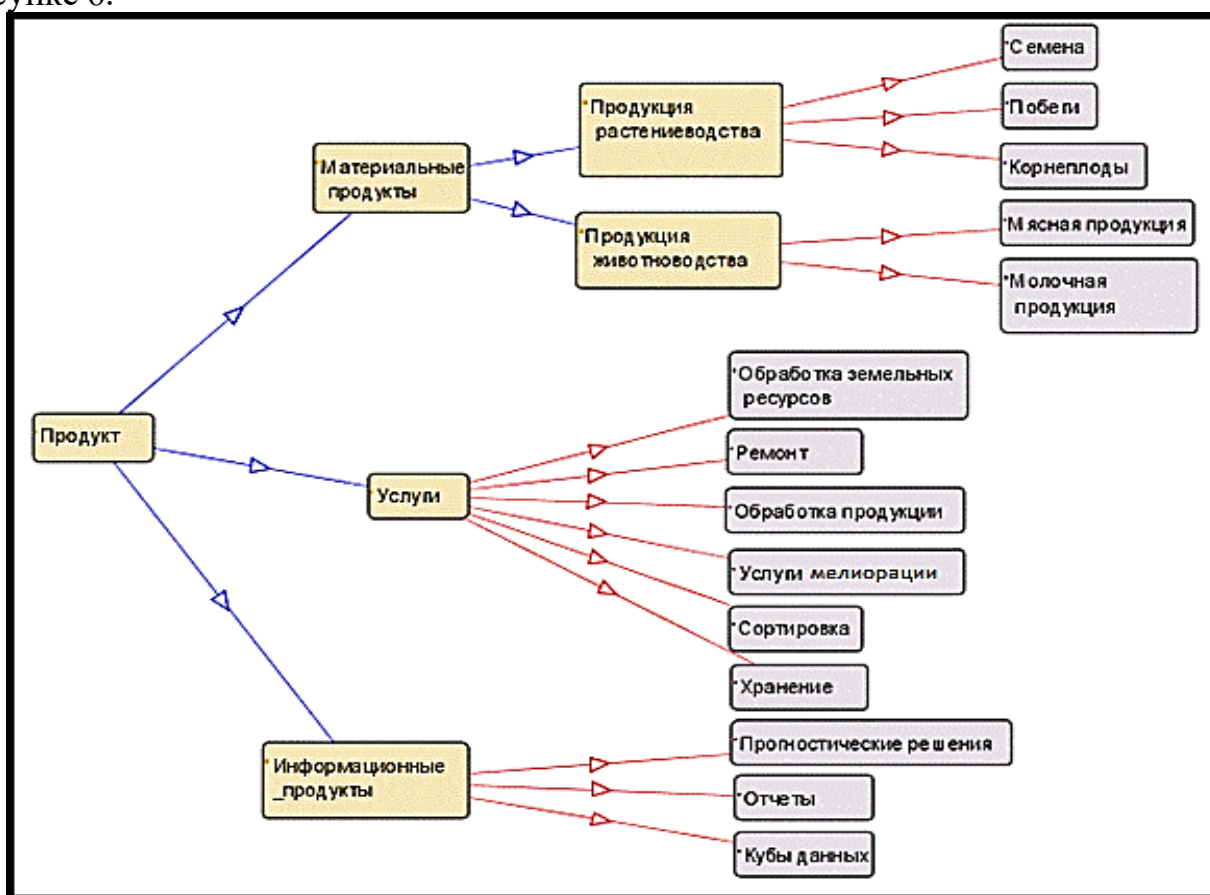


Рисунок 6 – Структура класса «Продукт»

Класс «Ресурс» имеет наиболее углубленную декомпозицию в рамках онтологической модели, и подразделяется на шесть подклассов, некоторые из которых, в свою очередь, подразделяются на свои собственные подклассы и экземпляры.

Подкласс «IT-сервис» описывает услуги в сфере информационных технологий, которые компания, осуществляющая обслуживание IT инфраструктуры, или внутреннее специализированное подразделение предоставляет предприятию для поддержки его бизнес-процессов. Структура



подкласса «IT-сервис» отражена на рисунке 7.

Класс «Бизнес-процессы» содержит данные о функциях, которые протекают внутри предприятия, класс разделен на два подкласса. Подкласс «Обеспечивающие IoT», описывающий бизнес-процессы, направленные на обеспечение и поддержание работоспособности интернета вещей, согласно исследованиям компании Cisco, включает следующие процессы, обеспечивающие интернет вещей: «Абстракция данных», «Аккумуляция данных», «Граничное вычисление» и «Связь и коммуникации».

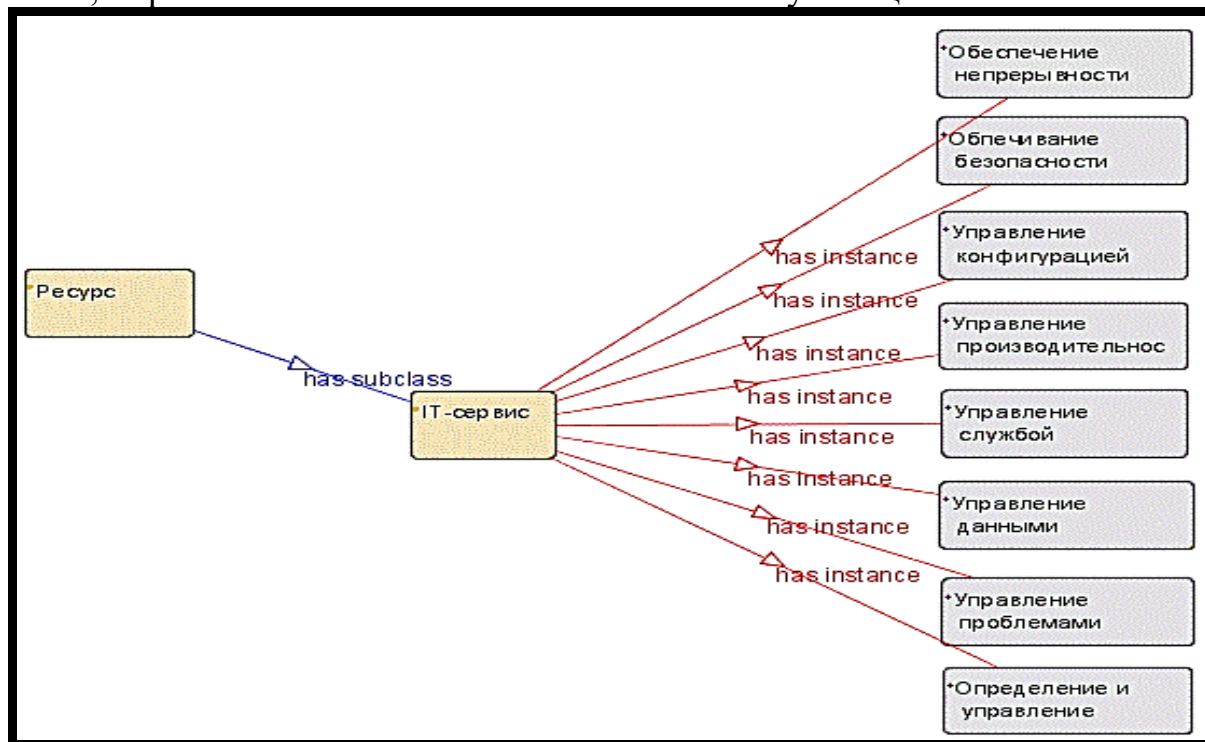


Рисунок 7 – Структура класса «IT-сервис»

Подкласс «Традиционные» описывает стандартные бизнес-процессы типового предприятия (рис.8)

Класс «Абстракция данных» отражает процессы, призванные обеспечить доступ к данным и их агрегирование, имеет два подкласса: «Доступ к данным» и «Агрегирование данных», каждый подкласс имеет собственные экземпляры бизнес-процессов, перечень которых приведен ниже. «Доступ к данным»: индексирование данных для обеспечения оперативного доступа; репликация данных; обеспечение доступа к множественным хранилищам через виртуализацию данных; защита данных подходящей аутентификацией и авторизацией; ELT_Extract_Load_Transform; ETL_Extract_Transform_Load.

«Агрегирование данных»: обеспечение последовательной семантики; подтверждение готовности данных для приложений высших уровней; создание схем и прочих представлений информации в видах необходимых приложениям. Граф, отражающий структуру подклассов и экземпляров класса «Абстракция данных» изображен на рисунке 9.

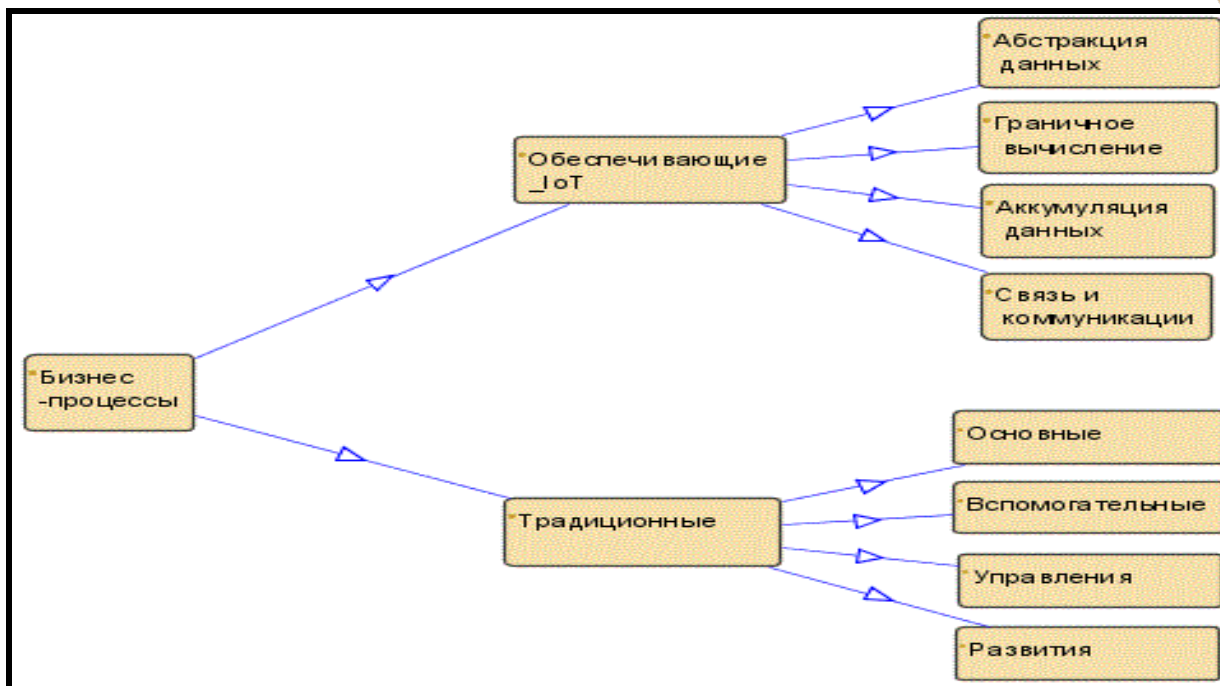


Рисунок 8 – Структура класса «Бизнес-процессы»

Класс «Аккумуляция данных» характеризует процессы организации данных циркулирующих в системе интернета вещей и содержит следующие подклассы: «Грамотная организация данных» и «Определение необходимости в последующем хранении». Каждый из классов включает в себя отдельные экземпляры бизнес-процессов, протекающих в рамках функциональных ответвлений. Перечень экземпляров класса «Аккумуляция данных» представлен на рис.10.

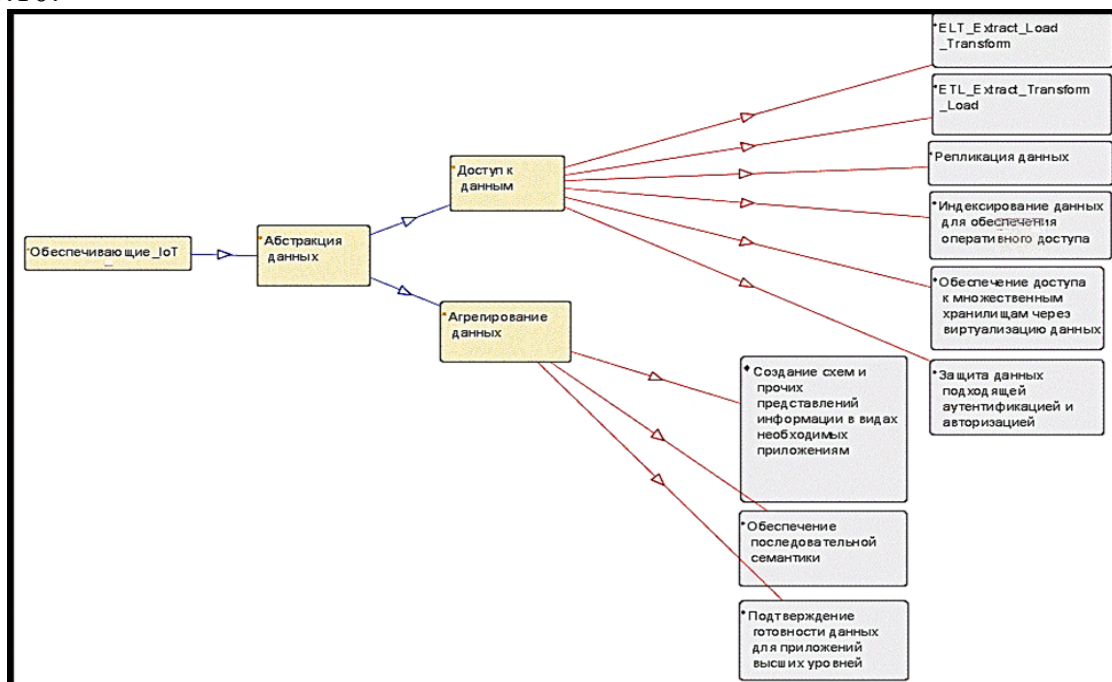


Рисунок 9 – Структура класса «Абстракция данных»

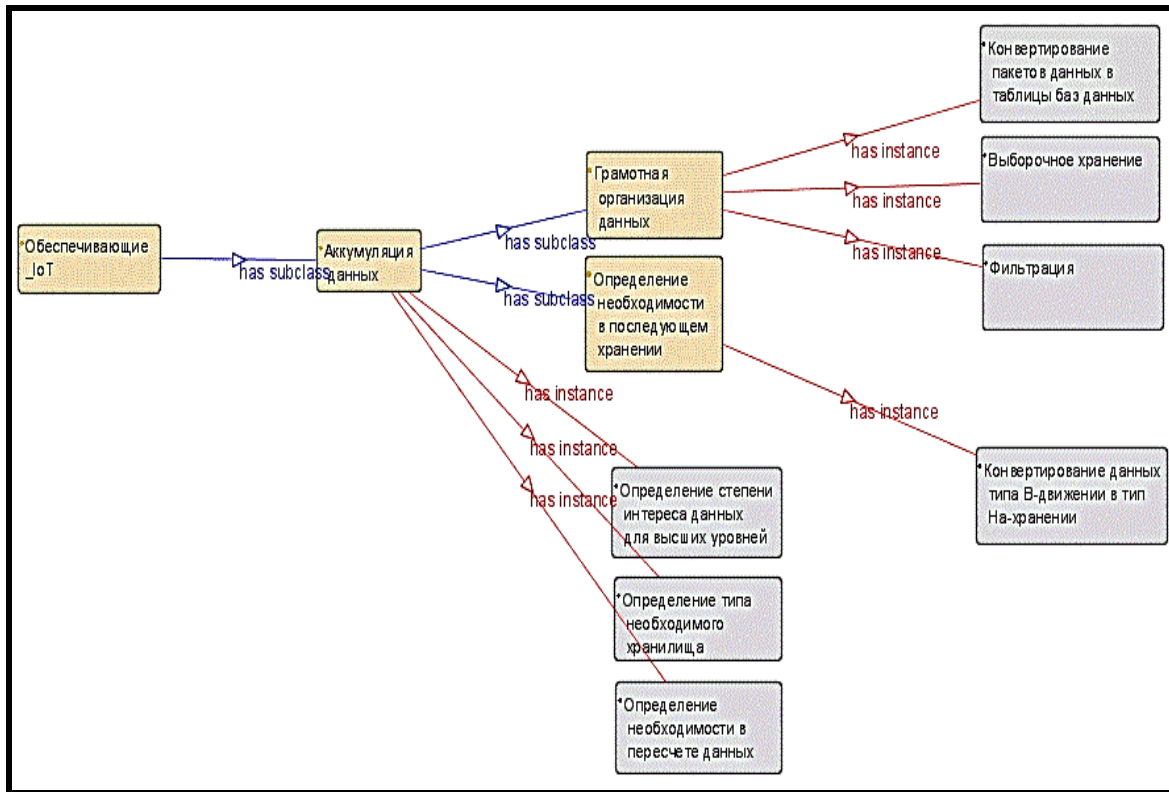


Рисунок 10 – Структура класса «Аккумуляция данных»

Класс «Связь и коммуникации» отражает процессы, необходимые для обеспечения и поддержания связи между устройствами интернета вещей. Класс не имеет собственных подклассов и содержит семь экземпляров (рис.11).

Класс «Традиционные бизнес-процессы» описывает совокупность взаимосвязанных мероприятий или работ, направленных на создание определённого продукта или услуги. Выделенные подклассы и их экземпляры представлены на рис.12.

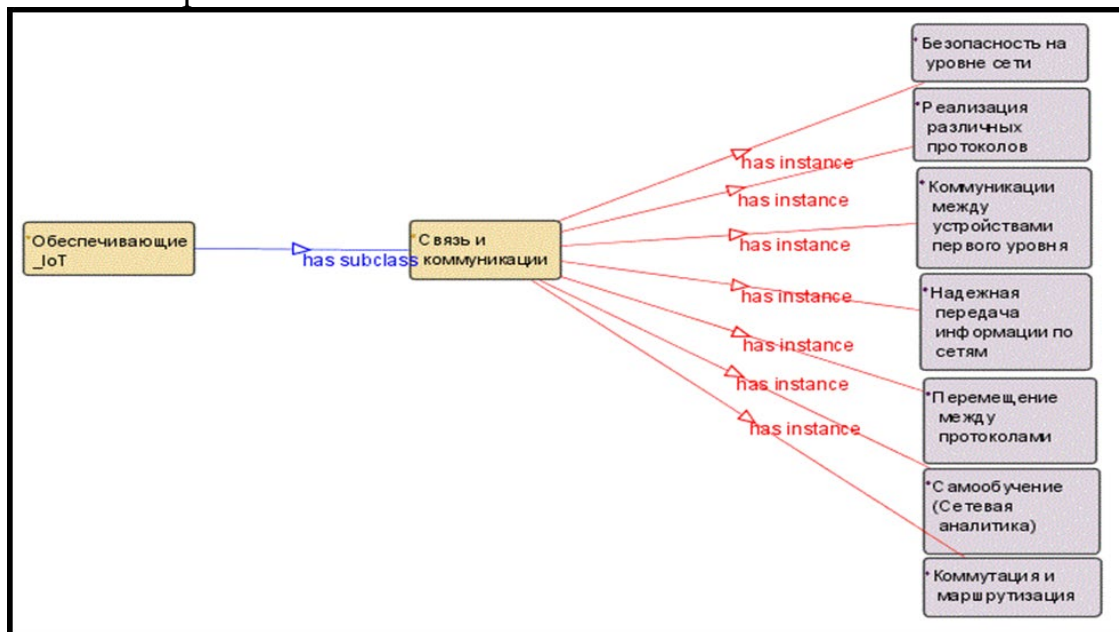


Рисунок 11 – Структура класса «Связь и коммуникации»

Класс «Исполнители» отражает все структурные единицы архитектуры



предприятия, которые могут выступать в качестве исполнителей или механизмов для реализации бизнес-процессов. Для классификации данных единиц были выделены следующие подклассы: «Киберфизические системы» и «Сотрудники». Схема структуры класса «Исполнители» изображена на рисунке 13.

Одним из подклассов класса «Киберфизические системы» является класс «Программный продукт», который, в свою очередь, имеет 5 дочерних подклассов, классифицированных по функциональной области их применения.

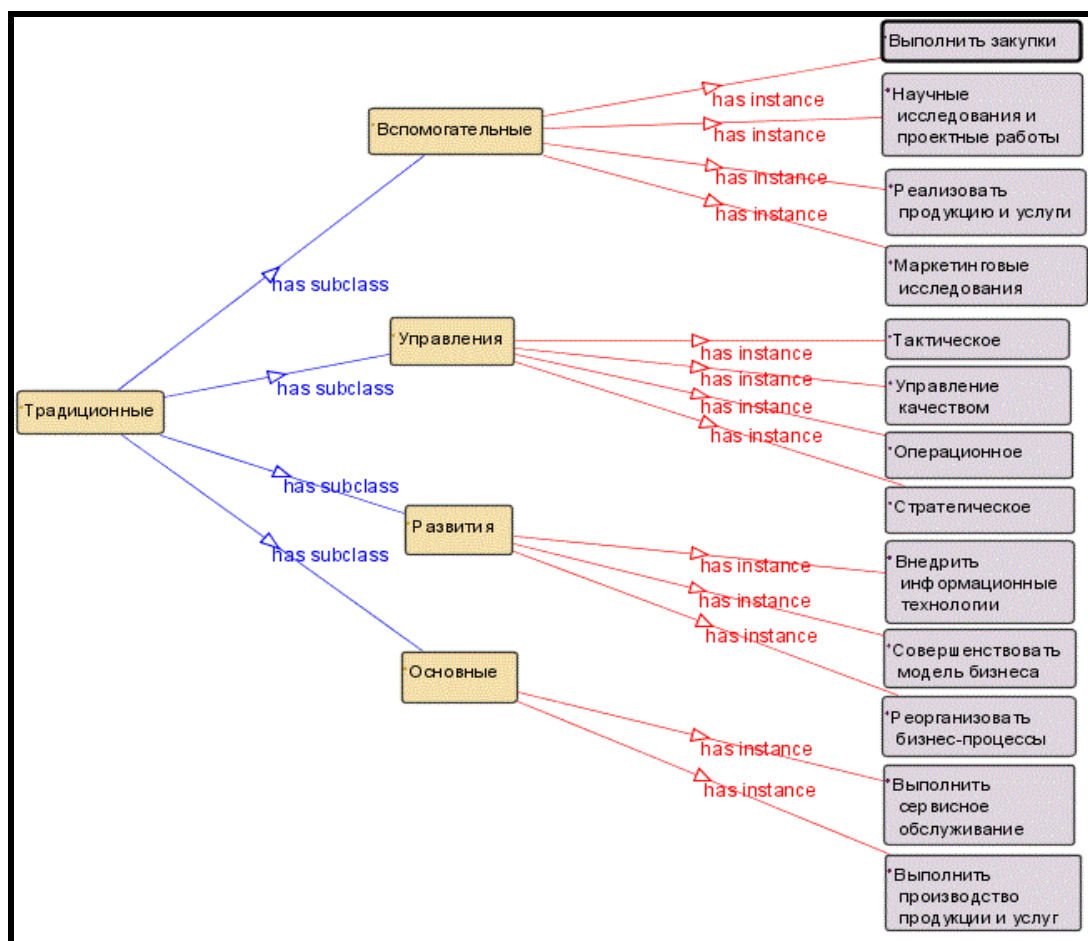


Рисунок 12 – Структура класса «Традиционные бизнес-процессы»

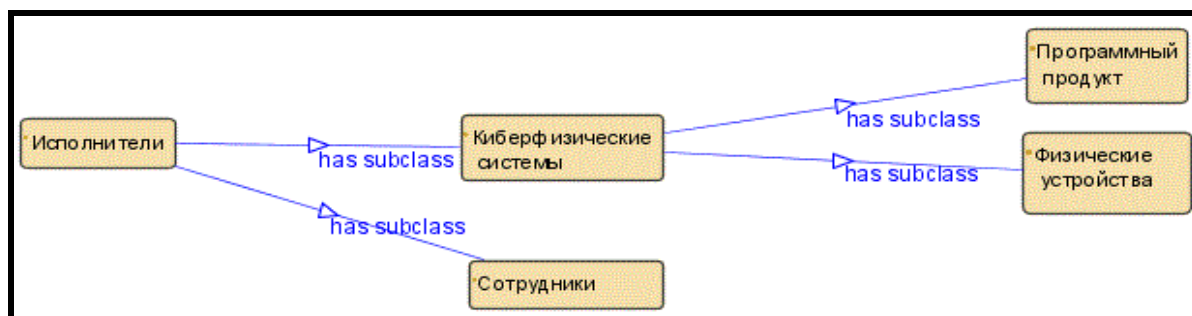


Рисунок 13 – Структура класса «Исполнители»

Перечень выделенных подклассов и их экземпляров приведен ниже.
 «Приложения для бизнес-управления и анализа»: «Neaktor»;



«Pyrus»; «Teambridge»; «Worksection»; «Wrike»; «Аванта»; «Инталев24»; «Мегаплан». «Приложения для контроля»: «ClickClient»; «SCIM»; «Zoho»; «Битрикс24». «Приложения для составления отчетов»: «GoogleKeep»; «GrossBee»; «OpenBravo». «Приложения для управления критически-важными задачами бизнеса»: «QlikSense»; «Roistat»; «Seeneco»; «Tria». «Система управления и контроля центра приложений»: «А2Б»; «Аванта»; «Мегаплан».

Граф, изображающий структуру класса «Программный продукт» приведен на рис.14.

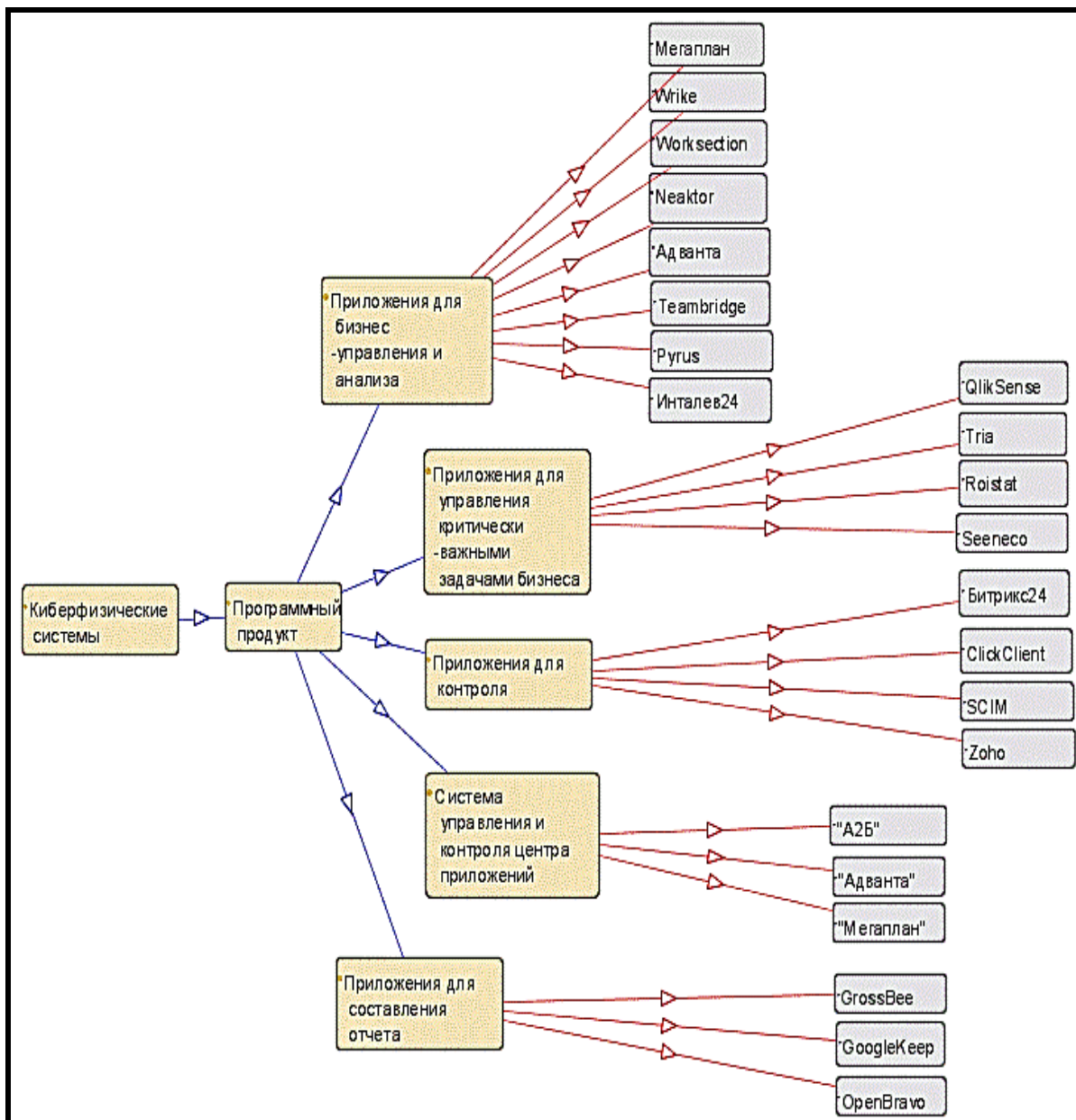


Рисунок 14 – Структура класса «Программный продукт»

Класс «Физические устройства» содержит информацию о различных устройствах, которые участвуют в выполнении бизнес-процессов. В классе выделено 6 подклассов: «Сенсоры», «Сети связи», «Беспилотные транспортные средства», «Беспилотные летательные аппараты», «Контроллеры» и «Механизмы», большинство подклассов декомпозированы на собственные уникальные экземпляры. Граф, демонстрирующий структуру класса



«Физические устройства» приведен на рисунке 15.

«Оборудование» является классом, описывающим дополнительные механизмы, не входящие в классы физических устройств, например, прицепные устройства и самоходные устройства. Выделены два подкласса: «Прицепные устройства» и «Самоходные устройства», которые декомпозированы на более углубленные функциональные единицы, представленные в виде экземпляров. Граф структуры класса «Оборудование» представлен на рисунке 16.

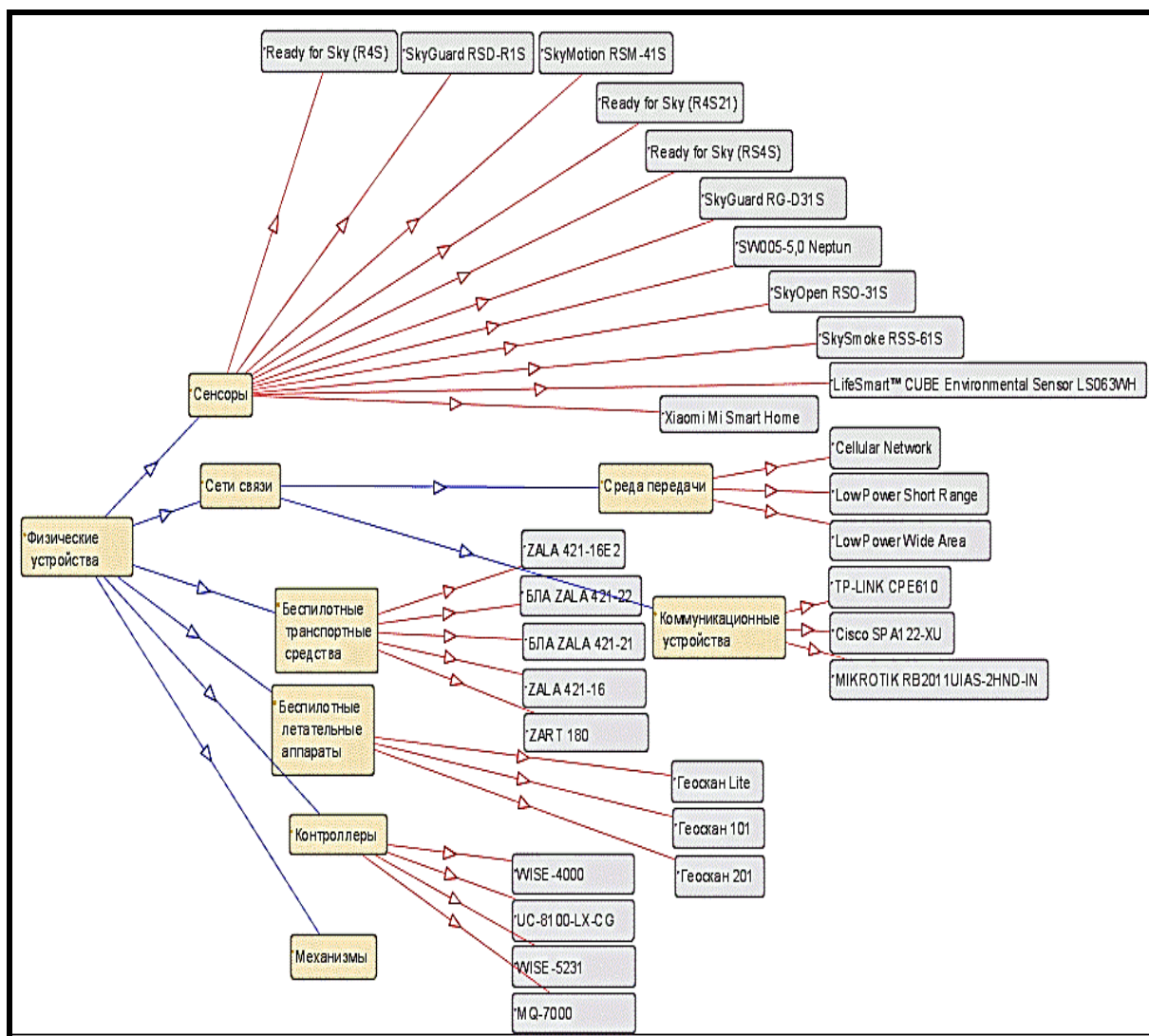


Рисунок 15 – Структура класса «Физические устройства»

Класс «Нематериальные активы» описывает идентифицируемые активы предприятия, не имеющие физической формы, такие как лицензии на интеллектуальную собственность, ноу-хау, патенты и товарные знаки. Структура класса «Нематериальные активы» приведена на рисунке 17.

Класс «Финансовые активы» описывает специфические формы собственности, предполагающие получение дохода. В данном классе были выделены 5 подклассов: «Инвестиции, обращающиеся на рынке», «Долговые обязательства», «Дебиторская задолженность», «Займы» и «Денежные средства, с доходом в виде процентов». Граф, отражающий структуру класса «Финансовые активы», изображен на рисунке 18.

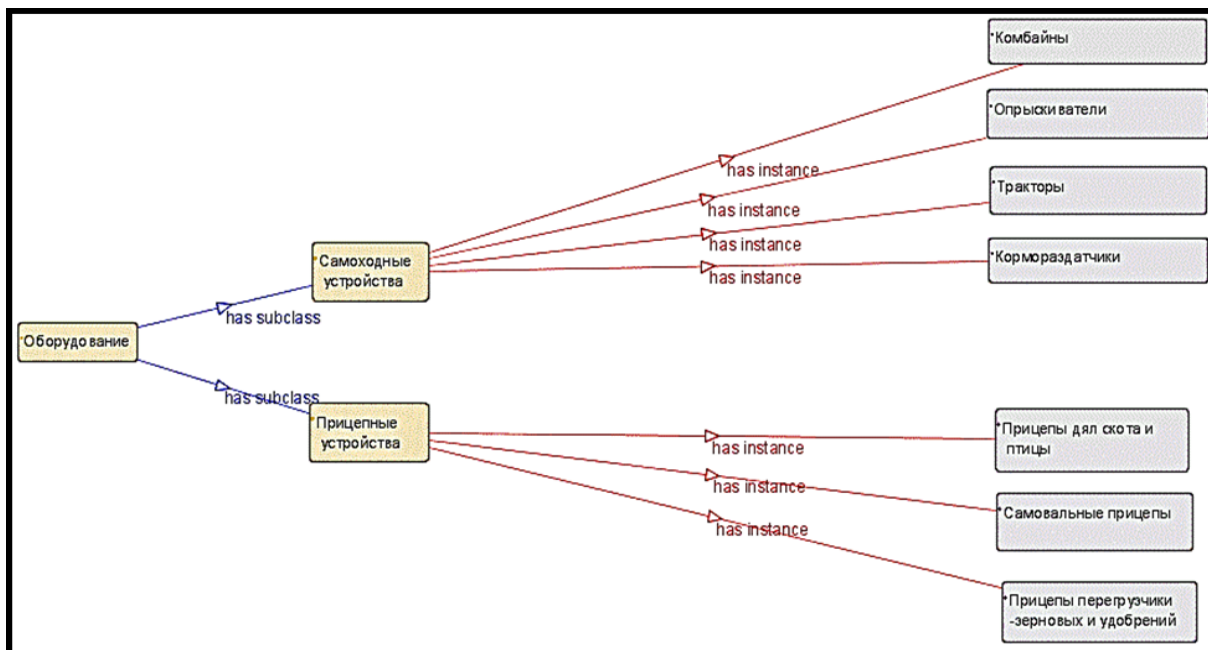


Рисунок 16 – Структура класса «Оборудование»

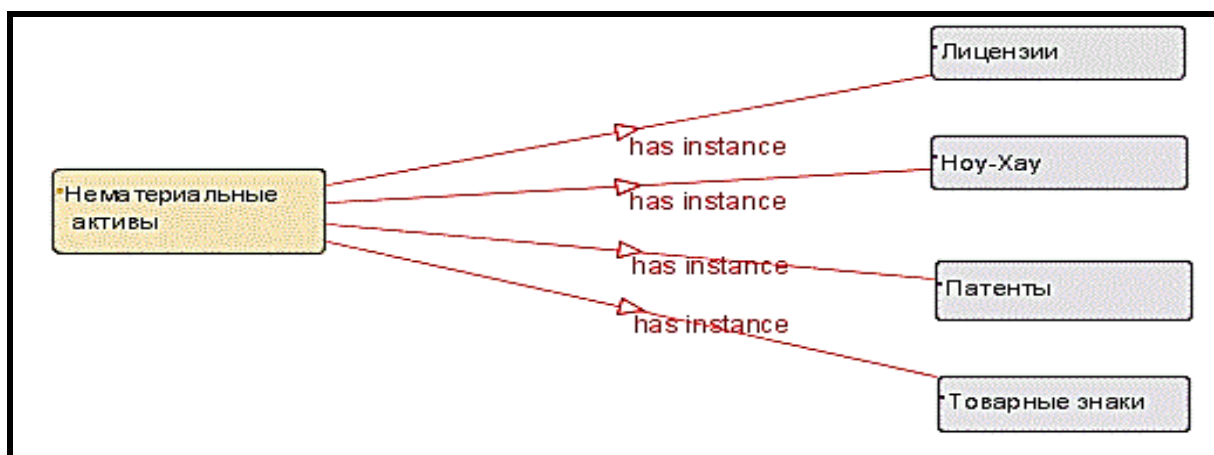


Рисунок 17 – Структура класса «Нематериальные активы»

Класс «Соглашения» описывает основные документы, регулирующие процессы, протекающие на предприятии. Как и в случае, с некоторыми другими аспектами архитектуры, класс «Соглашения», по большей части, носит частный характер и его содержание будет варьироваться в различных предприятиях, но наиболее общие элементы были выделены в экземпляры класса. Структура класса «Соглашения» представлена на рисунке 19.

Кроме того, для ознакомления пользователя со структурой слоев архитектуры предприятия, был спроектирован класс «Слои архитектуры», который описывает структурные ответвления архитектуры, классифицированные по таким признакам как функциональная роль и форма существования элементов. Граф класса «Слои архитектуры» изображен на рисунке 20.

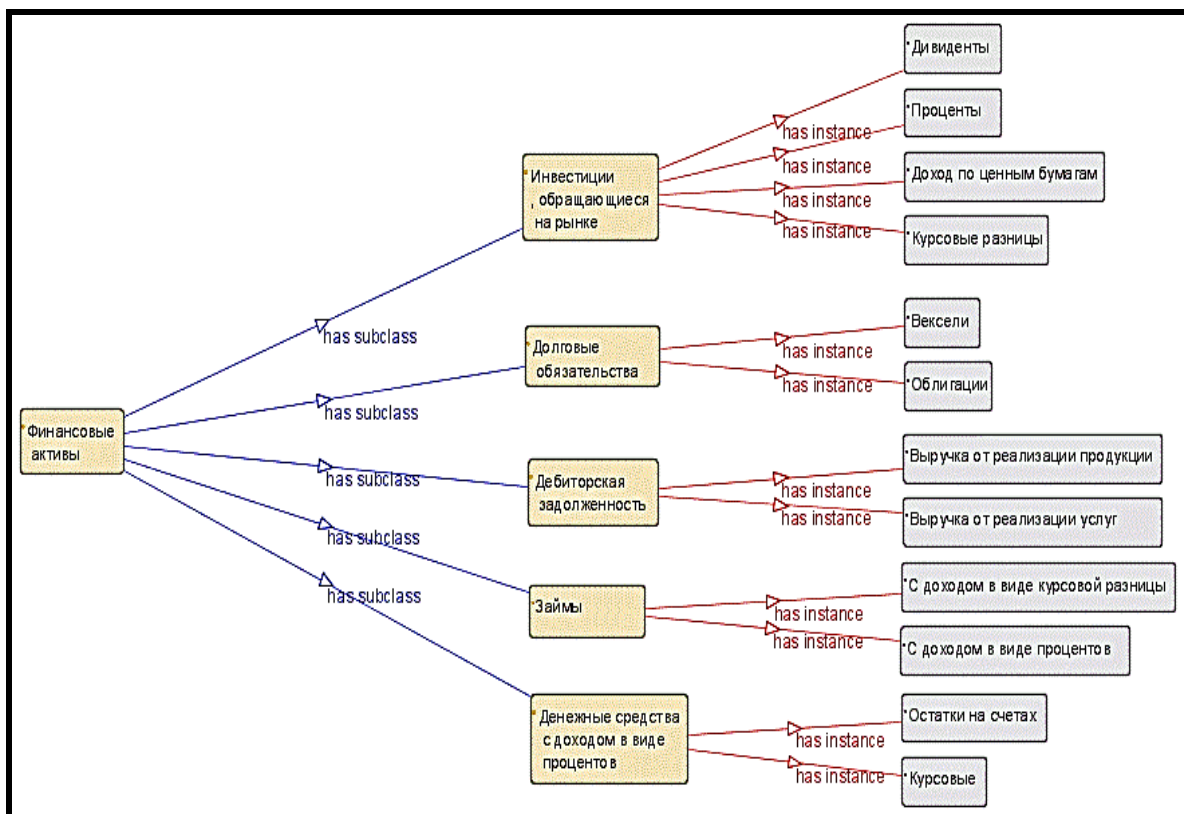


Рисунок 18 – Структура класса «Финансовые активы»

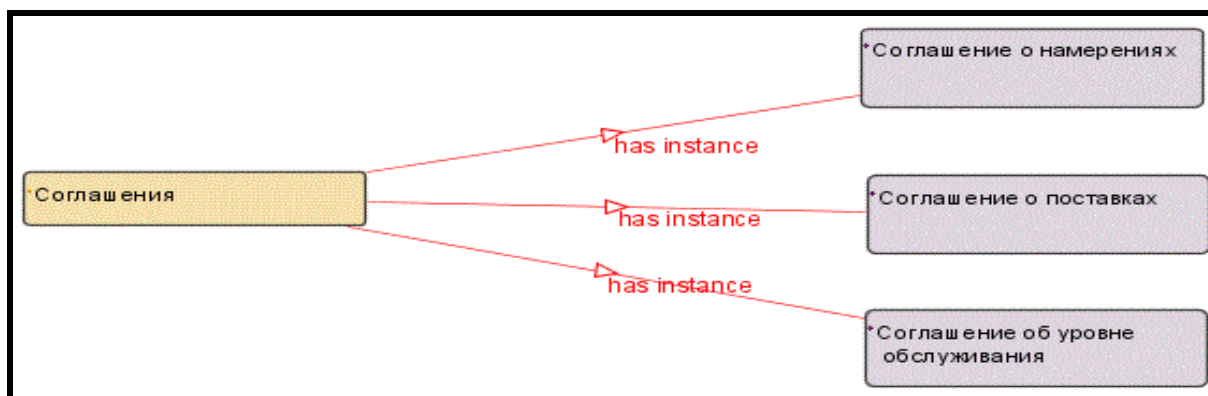


Рисунок 19 – Структура класса «Соглашения»

Таким образом, были выделены 8 классов и 75 подклассов онтологической модели. Это позволит строить структурные модели с различными уровнями глубины декомпозиции, тем не менее, этого недостаточно, чтобы получить подробное представление о структурных элементах модели и их связях, поэтому следующим этапом в проектировании модели будет выделение свойств и экземпляров классов. Для того чтобы детализировать онтологическую модель, необходимо выделить среди подклассов экземпляры, то есть индивидуальные структурные единицы, которые представляют собой максимальный уровень глубины декомпозиции.

Кроме того, классам необходимо придать свойства, так называемые «слоты», которые характеризуют структурные единицы по какой-либо функциональной особенности. Завершающим же этапом в детализации модели будет заполнение значений различных слотов для каждого экземпляра.

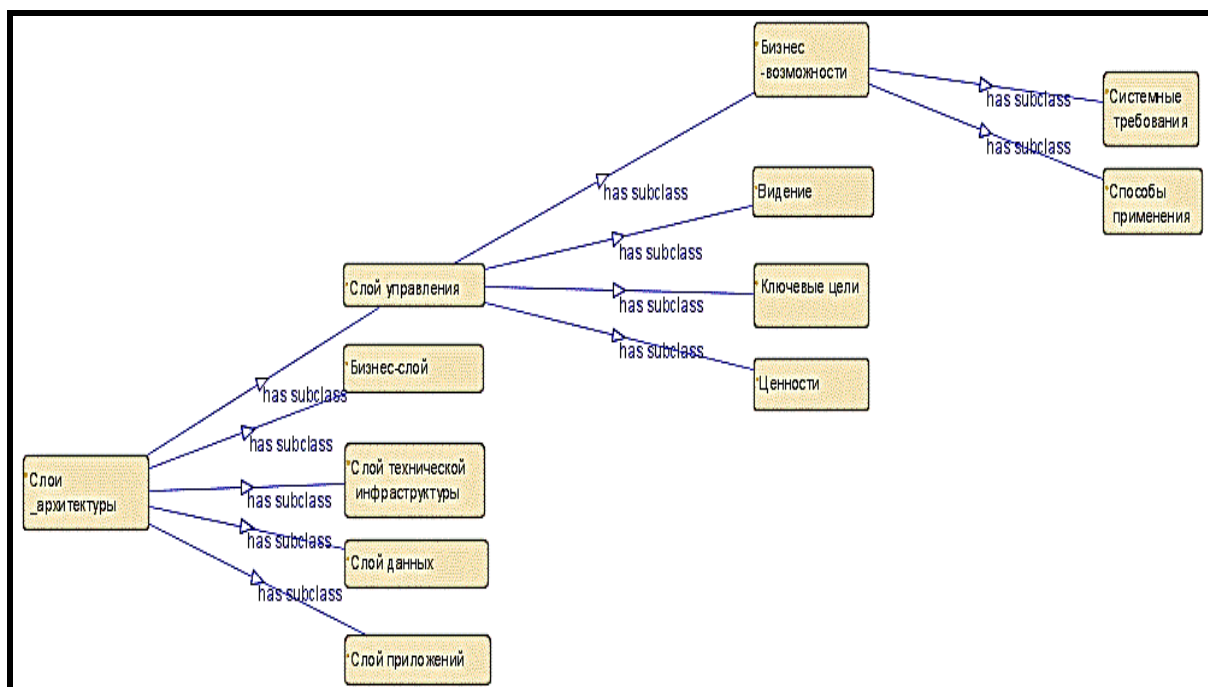


Рисунок 20 – Структура класса «Слой архитектуры»

Разработанная онтологическая модель содержит 171 экземпляр классов и 24 слота экземпляров. После того, как были выделены классы, подклассы и экземпляры, а также заполнены значения слотов экземпляров, можно начать создание запросов онтологической модели. Запросы в программной среде Protégé представляют собой выборки данных из библиотеки по определенным критериям атрибутов слотов. Запросы можно формировать как в реальном времени, так и с помощью заранее созданных шаблонов. Разработка шаблонов запросов онтологической модели описаны в публикациях автора, которые в настоящее время находятся в печати.

Выводы

Основываясь на исследованиях по изучению онтологических моделей и бизнес-архитектуры предприятия, были выделены классы для построения основы онтологической модели. Впоследствии определены слоты и экземпляры классов онтологической модели и заполнены значения атрибутов слотов, а также созданы шаблоны запросов. Разработанная онтологическая модель содержит 8 классов, 75 подклассов, 171 экземпляр, 24 слота экземпляров, 26 шаблонов запросов.

Практическая значимость предложенного онтологического подхода к описанию бизнес-архитектуры цифровых экспериментальных сельскохозяйственных предприятий состоит в следующем:

1. Обобщенное инструментальное решение позволяет обеспечить всестороннее описание автоматизируемой организации посредством выявления скрытых взаимосвязей и взаимозависимостей в моделях предметной области,



что облегчит навигацию по сложным архитектурным схемам организации и ее информационной системы.

2. Применение метода онтологического инжиниринга позволяет выполнять интеграцию разнородных представлений отдельных аспектов предметной области, совмещая модели на различных языках организационного моделирования и проектирования информационных систем организации.

3. Предложенные в работе онтологические модели и разработанная методика по системному проектированию и архитектурной работе на основе комплекса онтологических моделей могут служить основой для формирования собственных архитектурных моделей конкретных предприятий.

**KAPITEL 9 / CHAPTER 9.****DEVELOPMENT OF A REMOTE MANIPULATOR CONTROL METHOD**

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ МАНИПУЛЯТОРОМ

DOI: 10.30890/2709-2313.2021-04-04-023**Введение**

Развитие новых технологий дает возможность применения манипуляторов (М) для работ в экстремальных для человека условиях. Например, использование М и мобильных роботов для ликвидации последствий экологических и техногенных катастроф, эксплуатация дистанционно управляемых М для работы с радиоактивными веществами, применение М для сборки конструкций в космосе или на морском дне.

В Украине, наряду с «классическими» постановками задачи для робототехники, существует своя специфика. Серьезным вызовом для украинских специалистов является разминирование территорий в Донецкой и Луганской областях и преодоление последствий подрыва складов боеприпасов в Новобогдановке, Лозовой, Сватово, Балаклеи, Калиновке и Ичне. Использование для этой цели роботов и М позволило бы сохранить жизнь и здоровье военнослужащих и гражданского населения. Существующие модификации роботов-саперов («Т 7», «SAHAR», «Уран – 6», «Кобра – 1600» и т.п.) применяется для проведения визуальной разведки, поиска и первичного диагностирования взрывоопасных предметов, эвакуации и обезвреживания подрывных устройств.

Сегодня вызовом для человечества является преодоление последствий пандемии COVID 19. Наиболее распространенные модели роботов-медсестер Moxi (США), Robear (Япония), Hospi (Япония), «Ангел» (Россия) и др. «Робот-Медсестра» предназначен для оказания медицинской помощи при первичной диагностике, автоматизированном контроле за жизнедеятельностью пострадавшего, введении препаратов по заданному алгоритму, снятии и расшифровке электрокардиограммы, измерении параметров дыхания и т. д. Применение «робота-медсестры» уменьшает на 50 % продолжительность взаимодействия медицинского персонала с инфицированными, препятствует заражению медиков и распространению пандемии.

Для работ в экстремальных условиях, как правило, применяются дистанционно управляемые роботы и М. Во многих случаях дистанционно управляемые М устанавливаются на подвижных основаниях. Это расширяет их сервисные характеристики, но накладывает более жесткие требования на устройства систем управления и наблюдения.

Принципы дистанционного управления роботами (супервизорный и диалоговый) предполагают автоматические режимы действий робота, помещенного в опасной зоне. Функционированием робота управляет ЭВМ по заданной или адаптивно изменяющейся программе. При этом оператор, наблюдая за ходом технологической операции с помощью телевидения или 3D



модели, может дистанционно контролировать и корректировать действия М.

Реализация дистанционного управления М осуществляется по двум каналам: информационному (к человеку) и управляющему (от человека). При проектировании такой системы управления следует рационально распределить функции между человеком и машиной. Необходимо обеспечить движения М с заданным быстродействием, производительностью, точностью позиционирования, усилием захвата и т. д. Оператор должен в режиме реального времени получать полную информацию о рабочей зоне, внешних воздействиях и параметрах взаимодействия М с объектом для контроля действий робота. Если неопределенность условий в рабочей зоне слишком велика и автоматическая адаптация робота трудно реализуема, то человек-оператор в этом случае по дистанционному наблюдению может оценивать обстановку и принимать решения для управления действиями М. При этом техническая часть системы управления упрощается и более существенная роль в процессе управления придается человеку.

В экстремальной робототехнике часто используются антропоморфные копирующие М с дистанционным супервизорным управлением. Сходство кинематических схем устройства, задающего траекторию движения, с М упрощает процедуру формирования управляющих команд для каждого исполнительного привода в кинематических парах М [1]. Преимущество применения именно антропоморфных М обусловлено тем, что такой дистанционно управляемый робот может взаимодействовать с инструментами, оснасткой и оборудованием которое предназначено для использования человеком. Недостатком копирующего дистанционного управления является то, что оператор лишен тактильных ощущений, не чувствует рабочих усилий при действиях М и не имеет обратной связи по контактным усилиям между схватом и объектом манипулирования. Вследствие этого, а также из-за необходимости передачи управляющих воздействий через движение задающего устройства существенно замедляется весь ход рабочего процесса.

Актуальность работы заключается в необходимости создания метода дистанционного копирующего управления антропоморфным М с обратной связью по усилиям. Это позволит проводить синтез оптимальной траектории, успешно выполнять технологические операции и сохранить функциональность робота, несмотря на априорную неопределенность и экстремальные условия рабочего пространства.

9.1. Анализ литературных данных и постановка проблемы

Для эффективной реализации дистанционного управления М необходимо разработать кинематическую схему с системой исполнительных приводов, алгоритмы управления и программное обеспечение, технологию передачи управляющих воздействий и обратной связи с оператором, конструкцию задающего устройства.

В статье [2] представлена конструкция механических передач и приводов в



кинематических парах для обеспечения равновесия руки, предплечья и захвата дистанционно управляемого М типа «ведущий-ведомый». В статье [3] исследуется производительность и устойчивость кинематической системы манипулятора «ведущий-ведомый». Представленные экспериментальные результаты показывают, что использование решения Пипера в алгоритме обратной задачи кинематики позволяет отобразить движения М с достаточной точностью. Однако, авторы [2, 3] не указывают быстродействие предложенных кинематических систем.

В [4] разработана система дистанционного управления М с пятью степенями свободы, установленного на подвижное шасси, и применяемого как удаленный спасательный робот. Оператор дистанционно управлял М с помощью интерактивного интерфейса персонального компьютера, с изображением движений и отображением текущих значений характеристик М. Контроллер FPGA управлял сервоприводами М и обменивался данными с компьютера через модуль беспроводной связи. Благодаря встроенной программе Nios II и ядру IP (Intellectual Property), генерирующему волны PWM в FPGA, система могла быстро и гибко управлять несколькими сервоприводами. Для обеспечения дистанционного управления М в реальном времени, был создан интерактивный интерфейс путем смешанного программирования VC и MATLAB. Данная система не предусматривает обратной связи от М к оператору и не может быть применена для манипулирования хрупкими или взрывоопасными предметами.

В [5] представлен недорогой М на основе конфигурации RRT:R с шестью степенями подвижности. Телеуправление М осуществляется с помощью специализированного мобильного приложения на основе MIT APP INVENTOR 2. С помощью этого робота можно автоматизировать процесс распознавания, сортировки и размещения объектов. Предложенный способ дистанционного управления не предусматривает обратной связи от М к оператору и не может быть применен для работы при априорной неопределенности и в экстремальных условиях рабочего пространства.

В [6] представлены результаты внедрения центра дистанционного управления (Remote Control Center – RCC) для планирования и реализации операций морских автономных надводных кораблей (Maritime Autonomous Surface Ships – MASS). Большинство задач управления судами во время рейса автоматизированы, часть задач решается при поддержке центра дистанционного управления. Следовательно, в центре дистанционного управления может находиться меньшая команда специалистов для контроля и коррекции курса. Эта команда принимает на себя ответственность за проблемы и последствия неудач или признание при успешном выполнении операции. Однако, автор [6] не указывает быстродействие предложенного способа дистанционного управления и разделение функций управления при возникновении чрезвычайных ситуаций.

В статьях [7, 8] предложен метод телеуправления космическим М при больших запаздываниях в передаче управляющих сигналов с Земли. Метод предполагает использование в наземном центре управления модели



космического робота и его рабочей среды, с воссозданием условий гравитации, которые имеют место в зоне функционирования М. В этой «модельной» среде человек управляет моделью космического М в копирующем режиме с помощью шестимерной задающей рукоятки, способной «отражать» силу взаимодействия модели рабочего инструмента М с моделями объектов внешней среды. Траектория перемещения задающей рукоятки и закон изменения во времени вектора «отраженной» силы взаимодействия являются программными для локальной системы управления космическим М. После получения программных величин с наземного центра управления они должны быть «отработаны» М. Возможные ошибочные действия М, порожденные неточностью модели внешней среды, компенсируются за счет предложенного способа коррекции программной траектории. Однако, автор [7] не указывает точность позиционирования схвата М при реализации предложенного способа дистанционного управления.

В [8] подчеркивается, что создаётся поколение М, работающих совместно с астронавтами и вместо них. Для дистанционного управления такими М оператор использует технологию *telerobotics*. Практической реализацией *telerobotics* является копирующий режим управления, при котором управляющие сигналы приводам формируются энкодерами, установленными на задающем устройстве, надеваемом на оператора. При этом обеспечивается одновременное формирование сигналов управления по всем степеням подвижности манипулятора, но оптимальность синтезированной траектории движения звеньев зависит от профессиональной подготовки оператора.

В статье [9] подчеркивается, что дальнейшее развитие телеуправления космическим роботом нацелено на уменьшение ограничений в транспарентности при выполнении условий устойчивости процесса управления. Автор подчеркивает, что при выполнении сборочных операций необходимо использовать обратные связи по силам и моментам реакций механических связей, действующих на схват М со стороны захваченных и перемещаемых им «связанных» объектов. В [9] указано, что один из перспективных и активно изучаемых вариантов дистанционного управления предполагает применение специальной осязательной перчатки. Такая перчатка надевается на кисть руки человека, и оператор в «модельной» среде выполняет движения, которые копирует схват космического М. Недостатком предложенного подхода является отсутствие задающих воздействий от перчатки к исполнительным приводам в кинематических парах «локтя» и «плеча» М.

В [10] представлено устройство управления в виде рукоятки с тактильными датчиками, которая воспринимает руководящие движения руки человека-оператора. Согласно поставленного задания перемещение объектов выполняется механическим схватом М с дистанционной передачей управляющих сигналов при помощи радиосвязи. Недостатком данного устройства является отсутствие датчиков обратной связи в рукоятке и невозможность получения оператором сигнала обратной связи по контактным усилиям между схватом и объектом манипулирования.

Конструкция и принцип действия задающего устройства дистанционного



управления М с использованием экзоскелетона приведены в [11]. Экзоскелетон воспринимает руководящие движения руки человека-оператора и с помощью ложементов связан с оператором. Передача управляющих сигналов к М осуществляется дистанционно с помощью радиосвязи. Обратная связь обеспечена элементом, который сравнивает относительные углы вращения звеньев устройства управления с соответствующими относительными углами исполнительной схемы М. Если величины обозначенных углов не совпадают, то элемент блокирует дальнейшее движение звеньев экзоскелетона, что свидетельствует оператору о наличии препятствия движению М. Недостатком данного устройства является отсутствие управления пальцами, то есть подвижными элементами схвата М. Это обстоятельство ставит под сомнение производственную полезность модели, поскольку М, который копирует движения руки человека-оператора, предназначен для надежного устойчивого дистанционно управляемого перемещения объектов при отсутствии прямой видимости оператором действий М.

В существующих конструкциях задающих устройств имеет место расхождение между углами поворота его звена и плечевого сустава оператора. Это обусловлено несовпадением их пространственного положения. Корректировка величины несовпадения обеспечивается за счет зрительного контроля оператора за движениями манипулятора. Исключить имеющееся рассогласование позволяет модернизированный вариант задающего устройства представленный в [11]. Конструкция модернизированного задающего устройства предназначена для управления движением антропоморфного манипулятора в копирующем режиме. Формирование управляющих сигналов для приводов антропоморфного манипулятора проводится на основе определения углов относительного поворота руки оператора в плечевом суставе. Данное устройство не реализует обратную связь по усилиям и не может быть использовано для перемещения хрупких или взрывоопасных объектов.

Для обеспечения эффекта присутствия оператора в рабочей зоне дистанционно управляемого М используются цифровые модели. Авторы [12] считают, что развитие компьютерных технологий и вычислительных средств позволяет создавать имитационно-тренажерные комплексы, в которых осуществляется моделирование роботов и М. Поскольку многие М управляются дистанционно с помощью задающих устройств, надеваемых на тело и руки человека, возникает необходимость обучить человека-оператора навыкам управления роботом. В [12] подчеркивается, что в настоящее время существует несколько программных комплексов (симуляторов), предназначенных для моделирования М, в частности USARSim [13], Gazebo [14], V-REP [15] и Webots [16]. Анализ этих систем показывает, что, несмотря на наличие в них широких возможностей, актуальным остается создание удобного интерфейса для управления роботами и М. В рассматриваемых симуляторах управление роботом осуществляется согласно программе, написанной на языке C/C++ или на языке сценариев. Также стоит отметить, что реализованные в этих системах датчики сил имеют ограниченную



функциональность. Например, в симуляторе V-REP датчик силы вычисляет силу только в сочленении робота, в то время как в реальных М могут быть использованы датчики, которые вычисляют силы и моменты на рабочем органе робота.

Задающее устройство в виде перчатки, имеющей тактильные датчики и воспринимающей движения ладони и пальцев человека, представлено в [17]. Сигналы передаются с помощью проводной связи к компьютеру, на экране которого воспроизводится изображение соответствующих движений. М для копирования движений руки человека-оператора при этом не используется. Предлагается на предпоследних фалангах пальцев перчатки оснастить тактильными элементами для передачи ощущений тепла и холода, или вибрационными элементами для воспроизведения тактильных ощущений. Недостатком разработки является то, что предложенное устройство воспринимает движения только ладони и пальцев человека и используются в компьютерных играх, то есть не имеет производственного применения.

Разработка метода дистанционного копирующего управления антропоморфным М с обратной связью по усилиям даст возможность:

- повысить быстродействие и снизить погрешности позиционирования М при перемещении по заданной траектории надежно захваченного хрупкого или взрывоопасного объекта при отсутствии визуального контроля оператором за движениями схвата,

- уменьшить время обучения оператора,
- упростить конструкцию задающего устройства,
- реализовать управление с обратной связью по контактным усилиям между схватом и объектом манипулирования,
- осуществлять механические операции по сложности приближенные к функциональным возможностям руки человека.

Анализ литературы позволяет утверждать, что разработка метода дистанционного копирующего управления антропоморфным М с обратной связью по усилиям является актуальной научно-прикладной задачей. Внедрение этого метода позволит успешно выполнять технологические операции и сохранить функциональность М, несмотря на априорную неопределенность и экстремальные условия рабочего пространства.

9.2. Цель и задачи исследования

Целью исследования является разработка метода дистанционного копирующего управления антропоморфным М с обратной связью по усилиям при априорной неопределенности или экстремальных условиях рабочего пространства.

Это даст возможность повысить производительность и качество технологического процесса с участием М, обеспечить безопасность человека-оператора и улучшить эффективность и живучесть манипуляционных мобильных роботов при эксплуатации их в экстремальных условиях.



Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- сконструировать задающее устройство,
- разработать систему дистанционного копирующего управления антропоморфным М,
- реализовать обратную связь по усилиям.

9.3. Материалы и методы исследования дистанционного копирующего управления манипулятором

9.3.1. Конструкция манипулятора

Универсальный антропоморфный робот-манипулятор – упрощенное кинематическое подобие человеческой руки. Конструкция универсального манипулятора имеет не менее 4 управляемых степеней подвижности и заканчивается фланцем для крепления технологического инструмента [1]. Исходными данными для проектирования манипулятора являются [18, 19]:

- кинематическая схема манипулятора,
- геометрические размеры звеньев манипулятора,
- допустимые законы изменения обобщенных координат манипулятора,
- начальное положение звеньев,
- конструктивные ограничения в кинематических парах манипулятора,
- информация о нагрузке.

Поскольку, планируется монтаж М на подвижное шасси, то для упрощения конструкции и повышения надежности выбрали конструкцию М с тремя ротационными кинематическими парами 5-го класса. Кинематическая схема манипулятора представлена на рисунке 1.

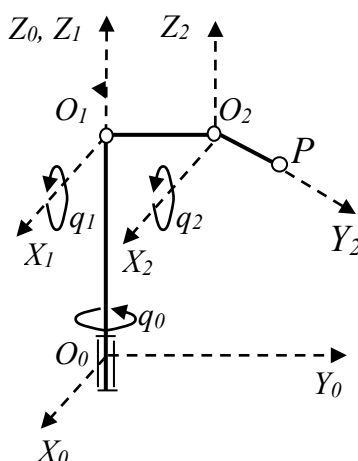


Рисунок 1 - Кинематическая схема манипулятора с тремя ротационными кинематическими парами 5-го класса.

Авторская разработка

Предположили, что массой кинематических пар можно пренебречь, а звенья манипулятора абсолютно твёрдые жёсткие стржни с равномерным распределением массы.



9.3.2. Теоретические методы

Для кинематического и динамического анализа манипулятора применили методы Денавита-Хартенберга и Лагранжа [1, 18, 19].

Для разработки системы дистанционного управления использовали усовершенствованный метод билатерального управления в направлении преодоления проблемы запаздывания [7–9, 20].

Для обеспечения контроля за перемещениями М, для уменьшения ошибки позиционирования и повышения скорости реакции оператора на внешние воздействия применили цифровую 3D модель рабочего пространства [12].

Для реализации обратной связи по усилиям воспользовались методом управления по сигналу рассогласования [8, 9, 20].

Конструкция задающего устройства для дистанционного управления М в виде оцувствленной перчатки предложена в [20].

9.4. Результаты исследований дистанционного копирующего управления антропоморфным манипулятором

9.4.1. Определение конструкции задающего устройства

Предложенная конструкция задающего устройства дистанционного управления М [20] имеет вид эластичной перчатки длиной от кончиков пальцев до плечевого сустава (**рисунок 2**). Задающее устройство крепится на руке оператора с помощью фиксаторов-липучек на пальцах, запястье, локте и плече. На фиксаторах-липучках расположены датчиками угла (акселерометры и гироскопы, энкoders или IMU сенсоры). Такой же фиксатор-липучка закреплен на корпусе человека-оператора.

На рисунке 2 приведены варианты конструкции устройства управления в виде эластичной перчатки. В зависимости от сложности формы объекта манипулирования электромеханический захват универсального антропоморфного манипулятора, а, следовательно, и задающая «перчатка» может быть с двумя, тремя или пятью пальцами (**рисунок 2**).

9.4.2 Разработка системы дистанционного копирующего управления антропоморфным манипулятором

Управление схватом манипулятора осуществляется оператором дистанционно с помощью задающего устройства «перчатка». Предусмотрено три канала передачи данных (оптоволоконный провод, Wi-fi и защищенная радиосвязь). Корректирование движений и контроль результатов деятельности М осуществляется с помощью системы видеонаблюдения.

На рисунке 3 приведена схема системы дистанционного управления антропоморфным М, на которой приняты обозначения: ПК – устройство управления, АМ – антропоморфный манипулятор, ОМ – объект манипулирования, СК – система управления, СВ – система видеонаблюдения, ПО – программное обеспечение. Цифрами на рис.3 обозначены: 1 – пальцы, 2 – запястье, 3 – предплечье, 4 – плечо, 5 – фиксатор-липучка, 6 – кинематические

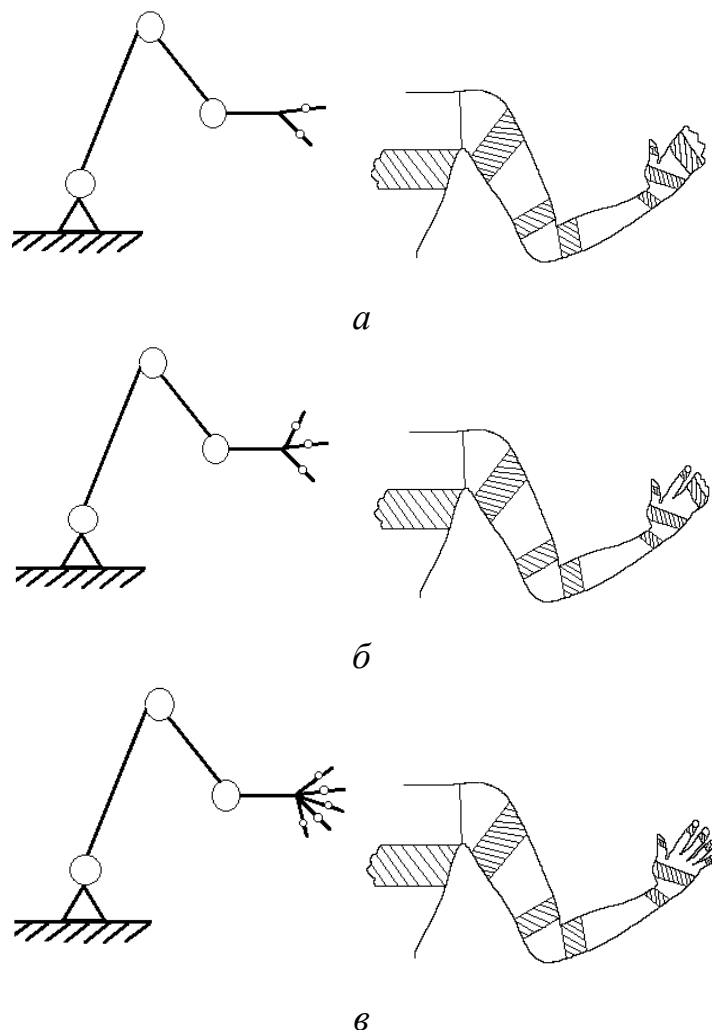


Рисунок 2 - Конструкция задающего устройства: а – с двумя пальцами; б – с тремя пальцами; в – с пятью пальцами.

Авторская разработка

пары антропоморфного манипулятора с исполнительными приводами, 7 – силомоментные датчики, 8 – элементы системы технического зрения или видеокамеры. Задающее устройство управления состоит из (рисунок 3) пальцев (1), запястье (2), предплечье (3) и плеча (4). Эластичная перчатка оснащена на пальцах, запястье, локте, плече и корпусе оператора фиксаторами-липучками с датчиками угла (5), под фиксаторами-липучками расположенные чувствительные элементы для обеспечения обратной связи по усилиям.

Устройство управления перчатка позволяет антропоморфному манипулятору (АМ) копировать движения пальцев (1), запястья (2), предплечья (3) и плеча (4) человека-оператора. Для этого эластичная перчатка оснащена на пальцах, запястье, локте, плече и корпусе оператора фиксаторами-липучками с датчиками угла (5). Сигнал от датчиков угла (5) системой управления (СК) усиливается, преобразовывается в управляющую команду и передается к исполнительным приводам кинематических пар (6) антропоморфного манипулятора (АМ).

Конструкция антропоморфного манипулятора (АМ) оснащена датчиками системы технического зрения или видеокамерами (8), информация от которых



по каналу радиосвязи передается к системе управления (СК). В системе управления (СК) с помощью программного обеспечения (ПО) генерируется трёхмерная модель рабочего пространства, в котором антропоморфный манипулятор (АМ) взаимодействует с объектом манипулирования (ОМ).

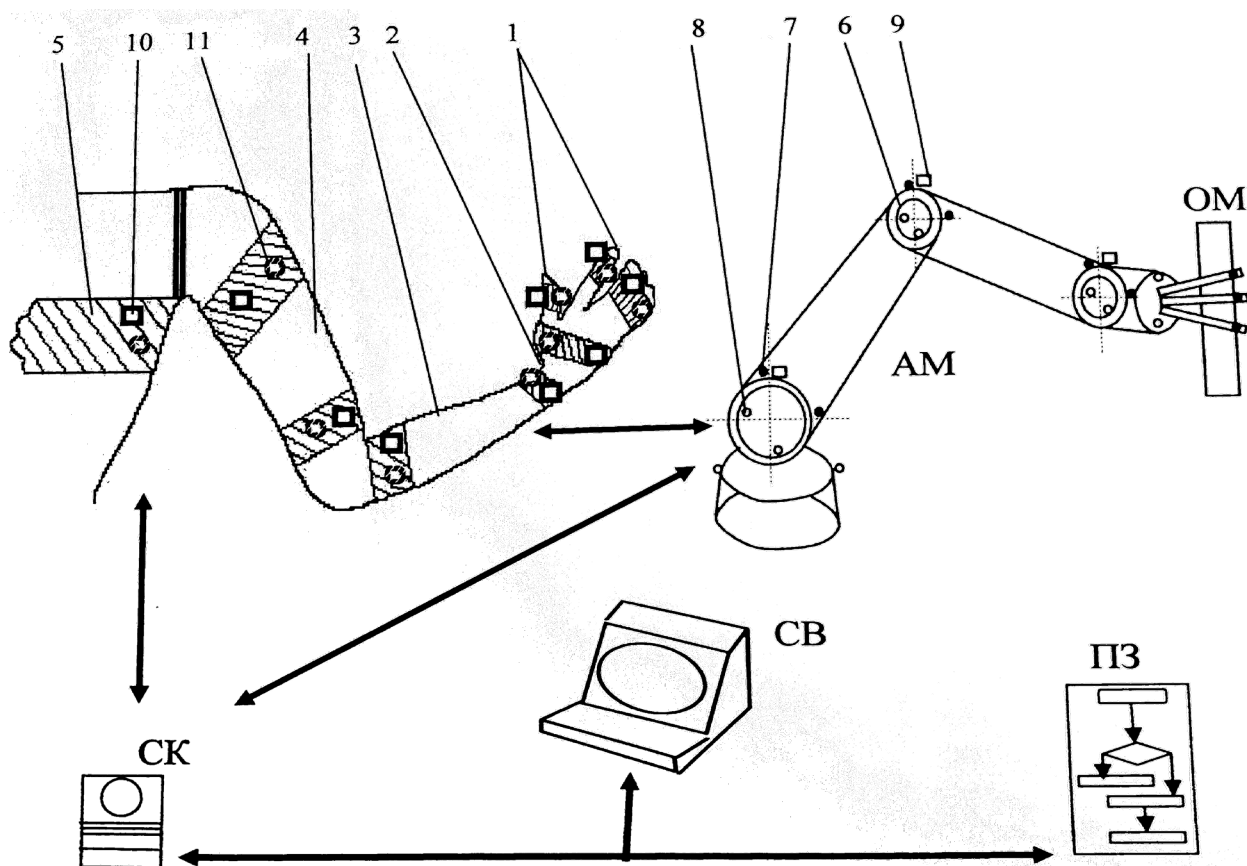


Рисунок 3 - Схема системы дистанционного управления копирующим антропоморфным манипулятором (авторская разработка)

Авторская разработка

На мониторе системы видеонаблюдения (СВ) воспроизводится трёхмерная модель рабочего пространства с имеющимися препятствиями и ограничениями для визуального восприятия человеком-оператором. Это даёт возможность оператору корректировать и контролировать движения антропоморфного манипулятора (АМ) при взаимодействии с объектом манипулирования (ОМ) в пределах рабочего пространства.

9.4.3. Реализация обратной связи по усилиям

На звеньях антропоморфного манипулятора (АМ) расположенные силомоментные датчики (7), которые измеряют фактическое управляющее воздействие на исполнительные приводы антропоморфного манипулятора. Разница между расчетным командным и фактическим измеренным значением обусловлена механическим сопротивлением перемещению звена кинематической схемы антропоморфного манипулятора вследствие внешнего влияния или наличия препятствий в рабочей зоне манипулятора. Эта разница



формирует сигнал обратной связи, который после усиления и преобразования системой управления (СК) подаётся в чувствительные элементы, расположенные под фиксаторами-липучками. Пропорционально величине внешнего влияния на звенья антропоморфного манипулятора (АМ), то есть пропорционально сигналу обратной связи, чувствительные элементы создают дополнительное давление воздуха в ячейках эластичной перчатки, расположенных под фиксаторами. Человек оператор ощущает это давление и интуитивно замедляет или останавливает движения пальцами, запястьем, локтем или плечом. Соответствующий датчик угла (5) фиксирует изменение приращения угловой координаты, сигнал от этого датчика системой управления (СК) усиливается, преобразовывается в управляющую команду и передается к соответствующему исполнительному приводу (6) антропоморфного манипулятора (АМ). Этот привод корректирует приращение соответствующей обобщенной координаты кинематической схемы манипулятора. Вследствие чего антропоморфный манипулятор (АМ) копирует движения руки человека-оператора.

В [20] предусмотрены конструкции, в которых чувствительные элементы пропорционально сигналу обратной связи под фиксаторами-липучками создают вибрации, изменение температуры или электрический разряд в пределах заданного диапазона.

9.5. Обсуждение результатов исследования метода дистанционного копирующего управления манипулятором

Представленная конструкция задающего устройства позволяет осуществить простое и интуитивное дистанционное управления М. Копирование движения руки человека-оператора реализовано за счет сходства антропоморфного манипулятора кинематической схеме руки человека. Устройство управления «перчатка» дает возможность быстро провести обучение оператора и осуществлять механические операции по сложности приближенные к функциональным возможностям руки человека.

Разработанный метод дистанционного управления обеспечивает движения М с заданным быстродействием, производительностью, точностью позиционирования и усилием захвата. Оператор контролирует действия робота и в режиме реального времени получает полную информацию о рабочей зоне, внешних воздействиях и усилиях взаимодействия М с объектом.

При внешних воздействиях или наличии препятствий в рабочей зоне система дистанционного копирующего управления антропоморфным М предусматривает обратную связь по усилиям. Реализация обратной связи позволяет учесть механическое сопротивление перемещению звена кинематической схемы антропоморфного манипулятора вследствие внешнего влияния или наличия препятствий в рабочей зоне. Величина сигнала обратной связи пропорциональна разнице движений управляющего и исполнительного устройства.



Недостатком предложенного метода, является то, что оптимальность синтезированной траектории движения звеньев М зависит от профессиональной подготовки оператора.

Наличие обратной связи и системы видеонаблюдения обуславливает целесообразность использования предложенного метода дистанционного управления для М, которые работают во вредных или опасных для человека условиях.

Выводы

1. Впервые сконструировано задающее устройство, в виде эластичной перчатки, реализующее канал управления и канал обратной связи по усилиям. Формирование управляющих сигналов для приводов антропоморфного манипулятора проводится на основе определения углов относительного поворота руки оператора в каждом суставе. Масса и габариты задающего устройства не ограничивают подвижность суставов оператора. Между движениями руки оператора и задающего устройства нет запаздывания, что повышает быстродействие М. Перчатка позволяет дистанционно проводить технологические операции с использованием инструмента, приспособлений и оснастки предназначенных для взаимодействия с рукой человека. Представленная конструкция задающего устройства позволяет реализовать интуитивное управление М и уменьшить время обучения оператора.

2. Разработана система дистанционного копирующего управления антропоморфным М, позволяющая выполнять сложные технологические операции. и сохранить функциональность М, несмотря на априорную неопределенность и экстремальные условия рабочего пространства. Для обеспечения эффекта присутствия оператора в рабочей зоне дистанционно управляемого М используется цифровая модель. При этом оператор контролирует действия робота и в режиме реального времени получает полную информацию о рабочей зоне, внешних воздействиях и усилиях взаимодействия М с объектом. При внешних воздействиях или обнаружении препятствий в рабочем пространстве оператор мгновенно реагирует и принимает управленческое решение. Оптимальность траектории схвата и реализуемых конфигураций манипулятора зависит от профессиональной подготовки оператора.

3. Реализована обратная связь по усилиям. Наличие чувствительных элементов под фиксаторами-липучками обеспечивает тактильные ощущения оператору, который чувствует рабочие и контактные усилия при действиях М. Это позволит повысить быстродействие и снизить погрешности позиционирования, при манипуляциях надежно захваченным хрупким или взрывоопасным объектом, при отсутствии прямого визуального контроля со стороны оператора за движением схвата. Реализация обратной связи позволяет учесть механическое сопротивление перемещению звена кинематической схемы антропоморфного манипулятора, вследствие внешнего влияния или



наличия препятствий в рабочей зоне. Величина сигнала обратной связи пропорциональна разнице движений управляющего и исполнительного устройства.

Благодарности

Представленные в статье результаты получены автором в ходе исследований по теме 0120U103294 «Універсальний антропоморфний маніпулятор» и по теме 0119U101151 «Прикладні дослідження в механіці та мехатроніці».

**KAPITEL 10 / CHAPTER 10.****FORMALIZATION OF ALGORITHM AND DEVELOPMENT OF DIGITAL ELECTRONIC SCHEME OF CONTROL SYSTEM OF PRODUCTION EQUIPMENT ON THE BASIS OF SEQUENCE OF EVENTS****ФОРМАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА И РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ СХЕМЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ НА ОСНОВЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ СОБЫТИЙ****DOI: 10.30890/2709-2313.2021-04-04-065****Introduction**

To develop a control system with a minimum number of elements, it is necessary to describe the law of its operation in a formal language, which allows you to move from a verbal description of the control algorithm to its structural or functional scheme. Most often it is a mathematical form. Therefore, formalization is a transition from a verbal description of a control algorithm to a mathematical one. The mathematical form of the description allows to pass to the structural (functional) scheme of control system and if necessary to develop the block diagram of control algorithms [1-5].

To formalize the algorithm for controlling the mechanisms of the technological line, it is possible to use two methods.

The first of them, more universal, is based on the presented mathematical model of control of the mechanism in the form of RS - the trigger in which the signal on the S-input includes the trigger (mechanism), and the signal on the R-input - excludes it [3]. Each equation determines the signal at the S - or R - input of the trigger. These are Boolean equations whose values can be equal to one, then the mechanism will be included. If equal to one R - equation, the mechanism will be excluded. If these equations are zero, then the state of the mechanism does not change. The logic of the mechanisms provides a condition when the combination $S = R = 1$ is impossible. The distribution of the conditions of inclusion and exclusion of the mechanism simplifies the process of compiling such equations.

The second method of formalizing the control algorithm is to compile a logical scheme of algorithms (LSA) [4, 6-8].

Operating conditions of the mechanisms include the position of the technological material, the position of the working bodies of the mechanisms and the state of the mechanisms (on/off). Such variables form a conjunction and are combined in the block diagram with the elements "AND". The control equation may include additional triggers that remember the state of the mechanisms in previous moments. Such triggers play the role of sensors, the installation of which is impossible or undesirable. They can be called mathematical sensors. The positions of the process material or the working bodies of the mechanisms are determined by the appropriate position sensors. The state of the mechanism can be determined by the state of its starting device, which often have a special contact (block contact).

Different mechanisms can be used in technological lines. From a management point of view, this diversity can be reduced to three types: mechanisms of continuous movement; step mechanisms; shuttle mechanisms.



Continuous movement mechanisms do not have position sensors, so external commands for on and off are required to control them.

Stepper mechanisms move their working bodies by a step, the value of which is set by the sensor (sensors), and the number of steps in one direction is unlimited. The step size can be constant or variable, depending on the design of the sensor.

Stepper mechanisms are activated by an external command, and stop under the action of its step sensor. The peculiarity of these mechanisms is that the beginning and end of their movement occurs at the same state of the sensor. Therefore, at the beginning of the movement it is necessary to neutralize the action of the sensor, which is best done with an additional trigger.

Shuttle mechanisms are reversible mechanisms which, having performed movement in one direction, should return to the initial position. The extreme positions of the mechanism are determined by two sensors (sometimes one, of a special design, which switches in the extreme positions of the mechanism).

The basic equations of control of all types of mechanisms are given. In these equations it is necessary to substitute specific variables for the set technological site. In the automatic control mode, these are the signals of the position sensors of the process material, the position sensors of the mechanisms, the state of the mechanisms (state of the control triggers) and the state of the additional triggers. For manual control, these equations may include the “START” and “STOP” buttons and possibly control keys that define manual or automatic control modes.

10.1. Control of production equipment based on a sequence of events

Let it be necessary to develop a management system for the technological area for knocking out molds. The mnemonic of the technological area is shown in Fig. 1.1.

Molds with cast parts are moved by a conveyor that operates continuously, and therefore it is not part of the control system. When the form is in the range of the reversing mechanism M1-2 ($X_1 = 1$), the latter must move it to the intermediate table №1 and return to the starting position. When the form is on the intermediate table, and the mechanism M1-2 returns to its original position, the reversible mechanism M3-4 must move it to the vibrating table and return to its original position. On the vibrating table, the mold is released from vibration and poured out of the mold. Along with the mixture, the cast part falls out.

The next form will be moved to the intermediate table №1. The mechanism M3-4, moving the next form on the vibrating table, will move the previous one to the intermediate table №2. After that, the reversing mechanism M5-6 must move the empty form on the conveyor.

Simultaneous operation of M1-2 and M5-6 mechanisms is allowed. The other mechanisms cannot work at the same time.

Sensor X_1 determines the position of the form. The remaining sensors determine the position of the mechanisms.

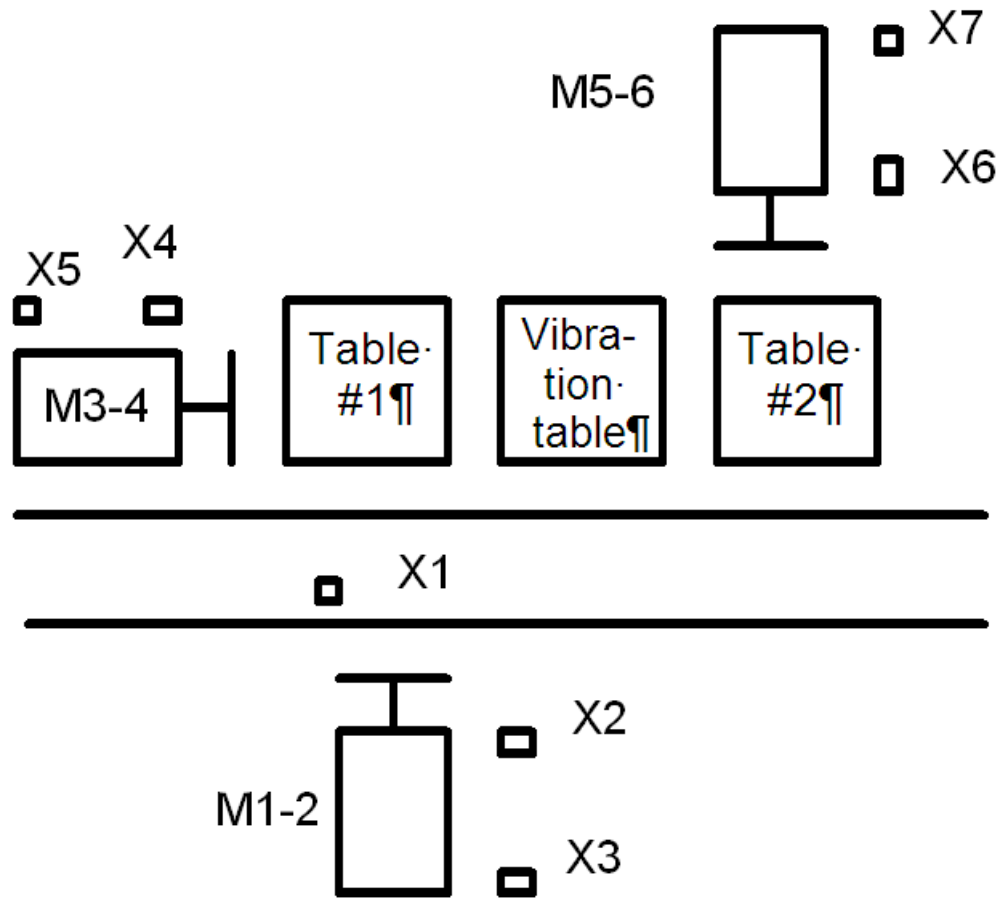


Fig. 1.1. Technological area knockouts of molds

According to current standards, reversible mechanisms are denoted by two digits. Reversible mechanisms are mechanisms that can move (rotate) in two directions. To do this, they must have two triggers, one of which includes a mechanism for moving in one direction, the other - in the other. From the point of view of management, such mechanisms are considered as two irreversible. Therefore, when compiling control equations, each reversible mechanism "splits" into two. For example, the mechanism M1-2 is considered as the mechanism M1 and M2.

In appearance, the reversible mechanism may be no different from the non-reversible. For example, the direction of rotation of an electric three-phase motor with a short-circuited rotor depends on how its stator windings are connected to the mains. If you put two contactors, each of which connects the windings to the network in different ways, you can control the direction of movement of the mechanism. In electric motors, the simultaneous switching on of both contactors is not permitted. The motor rotor will not rotate, and therefore the inductive resistance of the windings is very small. In this mode, a very large current passes through the windings and they burn out.

Hydraulic and pneumatic mechanisms are not afraid of this mode. Simultaneous supply of oil (air) in both cavities of the mechanism (left and right of the piston) will not allow the piston to move, but will not disable it.



10.2. Formalization of the control algorithm

The method of formalizing the control algorithm is to compile a logical scheme of algorithms (LSA) [4, 6, 9]. This method can be used when the mechanisms work in a certain sequence and when the mechanisms do not work simultaneously. This is possible in small technological areas. In large technological lines, the mechanisms can work simultaneously. In this case, it is impractical to use LSA.

LSA is a kind of recording of the program of mechanisms (the program is written in pseudo codes). It consists of executing commands on/off mechanisms and checking the position of mechanisms or technological material. All LSA operators are written in a line from left to right, in the order of their execution. If a logical operator (sensor status check) is recorded in the LSA, then an arrow is placed to the right of it, the tip of which is directed upwards. This arrow must have an arbitrary, but specific, number. To the right of the logical operator (X_i) is written the next operator, which is executed when $X_i = 1$. If $X_i = 0$, the control is transferred to another operator LSA, which is preceded by an arrow, the tip of which is directed downwards and which has the same number as arrow.

To compile the LSA, it is necessary to mark all commands for switching the mechanisms on and off in capital Latin letters, or in one letter with an index. This notation can be arbitrary, but it is best when the notation in the LSA coincides with the notation of mechanisms on the mnemonic. It is also advisable to indicate commands to enable M_i mechanisms, and commands to exclude - M_i^* .

Sensors are similarly affected. It is only necessary to indicate under which conditions $X_i = 1$, and under which - $X_i = 0$.

If the task is clear, then compiling the LSA is not a difficult task. It must be written in such a way that the specified algorithm of all mechanisms is executed.

As a rule, with this approach, there are "extra" operators in LSA. Therefore, LSA needs to be simplified. This simplification is performed in the following sequence:

1) in LSA those commands which are written down together in all LSA are united and replaced by one (one command can include or exclude several mechanisms);

2) reducing the number of teams due to the so-called waiting teams. Pending commands are commands such as:

$$\downarrow_n M_i X_k \uparrow^n M_i^* \quad (2.1)$$

In this part of the LSA, the command is executed only when X_k becomes equal to one, ie when M_i has performed its action. In this case, the M_i^* command can be removed from the LSA, provided that the M_i command will not be remembered. For microprocessor-based control systems, this reduction in LSA is unacceptable because the output ports of the microprocessor have triggers and therefore the M_i command is remembered.

Further reduction of LSA is possible due to the elimination of repetitions of the same operators. This procedure requires the use of transition formulas and is detailed



in [4, 6, 9].

In the simplified LSA, operators are grouped into microinstructions. This operation is performed only when the control system is developed on the basis of a firmware. In this case, this section consists of two sections: the compilation of LSA and the formation of micro-teams.

Here is an example of the development of LSA and the formation of microcommands for the area for knocking out molds, which is shown in Fig. 1.1. Let's make a meaningful description of the operators: M_i - command to turn on the M_i mechanism; M_i^* - command to exclude the i -th mechanism; $X_i = 1$ - the i -th mechanism is in the controlled point; $X_i = 0$ - the i -th mechanism is not in the controlled point.

LSA control process has the form:

$$\begin{aligned}
 U = & A_0 \downarrow_1 X1 \uparrow^1 \downarrow_2 M1 \cdot X2 \uparrow^2 M1^* \downarrow_3 M2 \cdot X3 \uparrow^3 M2^* \\
 & \downarrow_4 M3 \cdot X4 \uparrow^4 M3^* \downarrow_5 M4 \cdot X5 \uparrow^5 M4^* \\
 & \downarrow_6 M5 \cdot X6 \uparrow^6 M5^* \downarrow_7 M6 \cdot X7 \uparrow^7 M6^* \omega \uparrow^1
 \end{aligned} \tag{2.2}$$

This LSA has pending type operators. It is known that in such structures it is possible to delete provided that the M_i command will not be remembered.

The new LSA has the form:

$$\begin{aligned}
 U = & A_0 \downarrow_1 X1 \uparrow^1 \downarrow_2 M1 \cdot X2 \uparrow^2 \downarrow_3 M2 \cdot X3 \uparrow^3 \downarrow_4 M3 \cdot X4 \uparrow^4 \\
 & \downarrow_5 M4 \cdot X5 \uparrow^5 \downarrow_6 M5 \cdot X6 \uparrow^6 \downarrow_7 M6 \cdot X7 \uparrow^7 \omega \uparrow^1
 \end{aligned} \tag{2.3}$$

Further reduction of LSA is impossible. Let's move on to the formation of microcommands. To do this, determine the compatibility of operators. Compatibility of functional operators (commands to enable and disable mechanisms) is shown in Fig. 2.1.

M2	X				
M3	X	X			
M4	V	V	X		
M5	V	V	V	V	
M6	V	V	V	V	X
	M1	M2	M3	M4	M5

**Fig. 2.1. Compatibility of functional operators:
 X - to include at the same time mechanisms is forbidden;
 V - mechanisms can be included at the same time**

This table is completed as follows: mechanisms M1 and M2 are part of the same reversible mechanism M1-2. Their simultaneous inclusion is not allowed, and therefore at the intersection of column M1 and row M2 there is a sign "X" - the prohibition of simultaneous inclusion. The same can be said about the M3 and M4, M5 and M6 mechanisms.

Mechanisms M1 and M3 cannot be switched on at the same time, because their trajectories intersect. The same can be said about the M2 and M3 mechanisms.

Functional and logical operators are incompatible when the latter changes its state under the action of the former: M1 - (X1, X2, X3); M2 - (X2, X3); M3 - (X4, X5); M4 - (X4, X5); M5 - (X6, X7); M6 - (X6, X7).

Determine the compatibility of functional and logical operators:

Pending operators are always incompatible. But if we swap the functional and logical operators, they become compatible.

Let's build the first microcommand (Fig. 5.3).

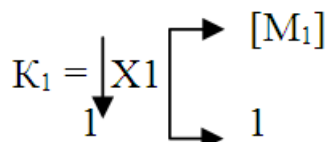


Fig. 2.2. The first microcommand

This command is constructed as follows: LSA (2.3) the first operator is the operator X1 (A0 - not taken into account). The K1 team starts with him. Since it is a logical operator, we draw two arrows from it: the upper corresponds to X1 = 1, the lower X1 = 0. When X1 = 0, the tip of the arrow 1, in the LSA again leads to X1, ie no action occurs. When X1 = 1, the operator M1 must be included. But M1 and X1 are incompatible. Therefore, this branch ends. Closing M1 in parentheses means that the M1 operator is not part of the K1 command. The new K2 command must start with the M1 operator. But operators M1 and X2 are waiting. They can be swapped, but the branch X2 = 0 ends with the operator M1. After X2 = 1, the operator M2 must be executed, followed by the operator - X3. This pair of operators is also a waiting pair, so we also change places. Further construction of the K2 team is similar.

Let's build the second microcommand (Fig. 2.3). As a result, we have two commands that include all logical and functional LSA operators. The question of how to build a block diagram of the control system on these microcommands will be considered below.

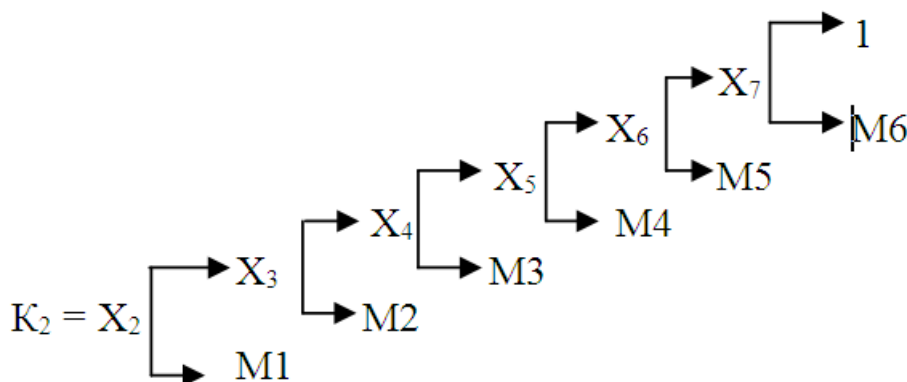


Fig. 2.3. The second microcommand

There is a significant difference between the operation of mechanisms by LSA (2.3). When controlling by equations (hardware or software), the control system



constantly determines the state of the sensors and produces appropriate control signals to the mechanisms. At the same time simultaneous work of mechanisms is allowed (if this restriction is not put in algorithm). This is how the M1-2 and M5-6 mechanisms can work at the same time. The time of the full control cycle consists of the time of movement of the mechanisms M1, M2, M3 and M4, ie equal to $4T$ (where T is the time of movement of one mechanism).

When operating the system on LSA control mechanisms are performed sequentially over time. The control system, having included the mechanism, waits for switching of the corresponding sensor and only then passes to control of the following mechanism. In this case, the time of the entire control cycle is $6T$. In principle, when working on the equations, it is possible to increase the feed rate of the forms by increasing the speed of the conveyor. Whether this can really be done

10.3. Development of a digital electronic control system

If the control system must be implemented on the basis of RS-trigger model, discrete elements, then its block diagram is based on a system of equations of inclusion and exclusion of line mechanisms.

The basis of the scheme are control triggers, the number of which is equal to the number of starting devices, because the reversing mechanisms have two such devices to control the movement of the mechanism in one and in the opposite direction. If there are additional triggers in the equations, they are also depicted in the diagram, but the outputs of these triggers are used only to control the main ones.

Each on or off equation is a conjunction of a number of variables that are joined by an "AND" element. The output of this element is fed to the S- or R-inputs of the corresponding trigger.

If the mechanism has several modes of inclusion (exclusion), then we will have several corresponding equations, which are combined by the element "OR".

The block diagram shows the sensors, the outputs of which are fed to the input of the elements through signal converters. When implementing the system, these transducers may be absent if the sensors emit signals with which the corresponding elements can work. The outputs of the triggers are fed to the starting devices of the mechanisms through amplifiers, which are also depicted in the block diagram.

For the control system, which is described by equations (2.1 – 2.3), the block diagram has the form shown in Fig. 3.1. The output signals of sensors $X1 - X7$ must have a level determined by the type of selected elements. Therefore, it may be necessary to have converters of these Pi signals.

The output signals of the triggers have low power and cannot turn on the starting devices of the mechanisms. Therefore, it is necessary to have signal amplifiers A_i , the gain of which is determined by the ratio of the current SD_i to the output current of the triggers.

Scheme of Fig. 3.1 is a block diagram of the control system. To move to the schematic, you must first select specific triggers. If these triggers are controlled by zero signals (for example, TTL-series), then the resulting equations should be



reworked according to the laws of mathematical logic.

If the control system is developed on the basis of a firmware, then the basis for the block diagram is a system of microinstructions.

It is known [4, 6, 9] that the block diagram of the firmware consists of a register of commands (RC), decoder (DC), the output unit, the unit for checking the logical conditions and the program unit.

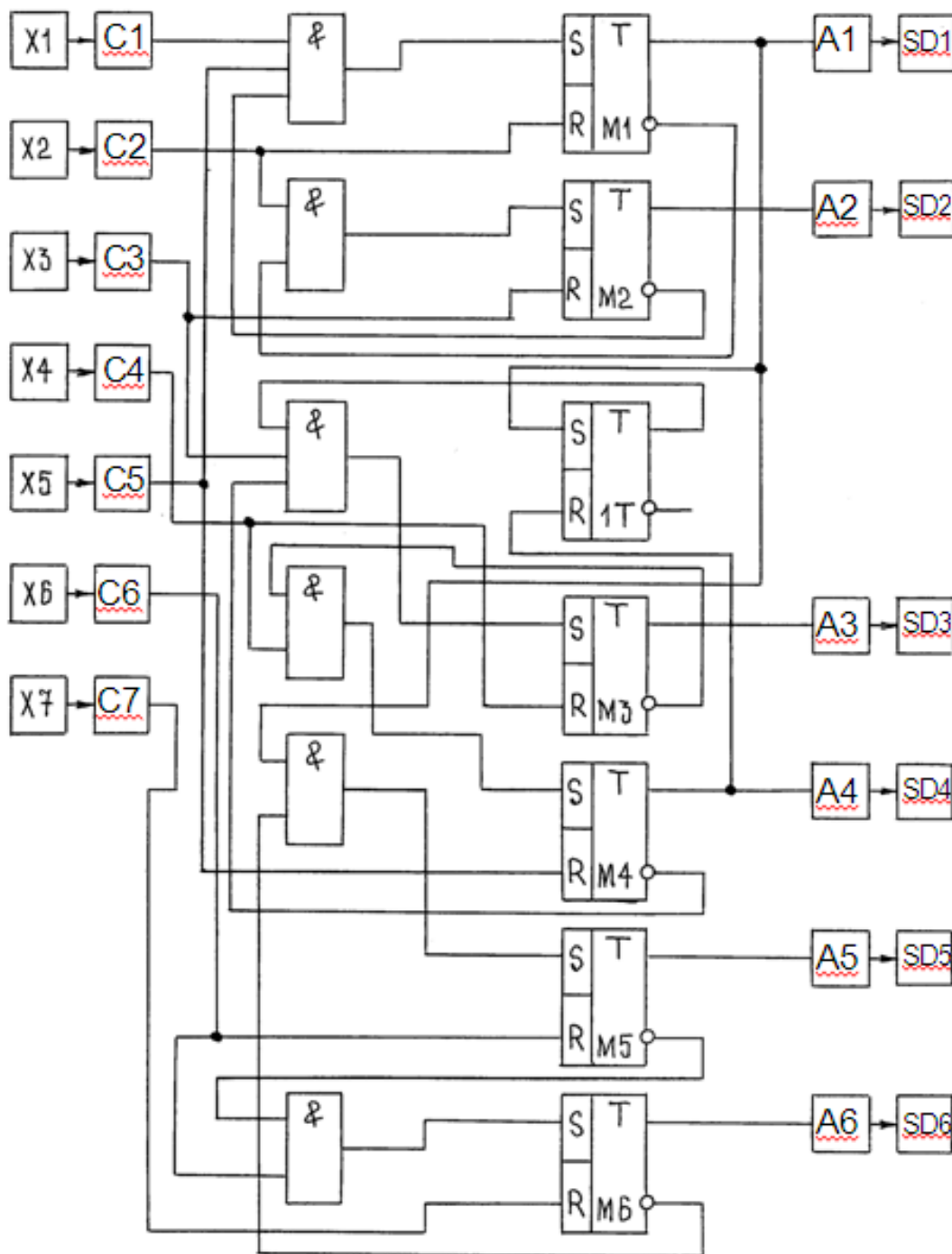


Fig. 3.1. Block diagram of the control system:
 X_i - sensors; C_i – converters of signals; A_i – amplifiers of signals;
 SD_i – starting devices of mechanisms

Each microcommand is assigned one decoder output. In addition, it is necessary to provide another additional output of the decoder, which is not connected to other



elements and which is necessary to turn off the machine.

The number of decoder outputs determines the number of its inputs:

$$A = \log_2 (N + 1), \quad (3.1)$$

where A is the number of decoder inputs; N is the number of microcommands.

The decoder inputs are the outputs of the command register. It is recommended to implement the register of commands on asynchronous RS - triggers, which are controlled by the memory block. The output unit contains triggers that memorize the appropriate commands and the outputs of which through the amplifiers are fed to the starting devices of the mechanisms. If you do not need to remember the commands, the trigger is missing and the command goes directly to the amplifier.

The unit for checking the logical conditions consists of elements "I", two elements per sensor. These elements are depicted in microcommands and transferred to the block diagram without changes. To these must be added signal converters, which can stand at the output of the sensor.

The memory block is developed as a combinational type. This scheme has a certain number of inputs, which is determined by the structure of microinstructions. The inputs of the memory unit also include the "START" and "STOP" buttons, which are performed with normally closed contacts. One pin output is connected to a memory unit and the other is grounded. The number of outputs of the memory block is equal to the sum of R - and S - inputs of the register triggers.

According to the principle of operation of the firmware, a single signal can appear only on one of the inputs of the memory unit at the time when you need to change the firmware. Accordingly, a code appears at the output of the memory block, which switches the triggers of the register and, accordingly, the outputs of the decoder. The block of memory on the block diagram is depicted as a "black box" and its internal structure is determined during the development of the schematic diagram [9, 10].

An example of the development of the block diagram of a firmware is shown in Fig. 3.2. LSA (2.3) is reduced to two microcommands (Fig. 2.2) and (Fig. 2.3). The decoder of the firmware should have three outputs and two inputs. This means that the command register will have two outputs. The output unit will not have triggers because the M_i commands are not remembered.

The output signals of sensors X1 - X7 must have a level determined by the type of selected elements. Therefore, it may be necessary to have converters of these C_i signals. The output signals of the elements have low power and cannot include the starting devices of the mechanisms. Therefore, it is necessary to have signal amplifiers A_i , the gain of which is determined by the ratio of the current SD_i to the output current of the elements. The diagram in Fig. 3.2 is a block diagram of the control system. To move to the schematic, you must first select specific elements.

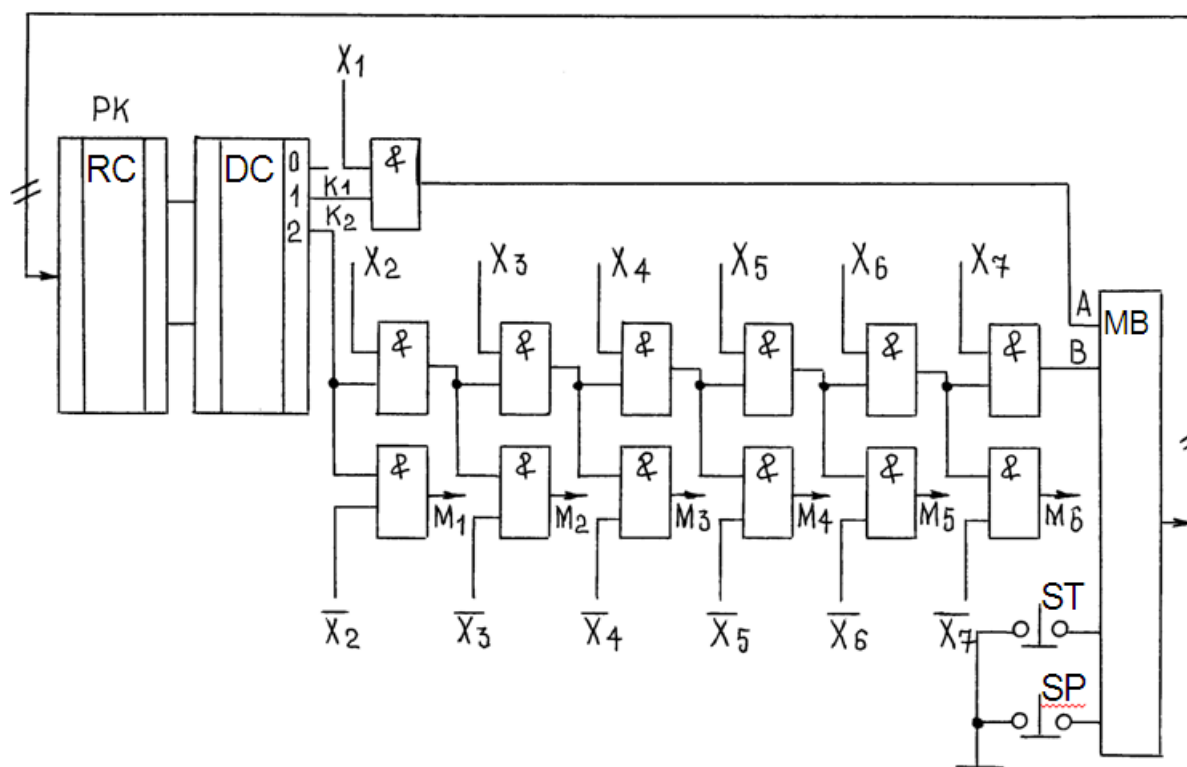


Fig. 3.2. Block diagram of firmware the machine:
RC - register of commands; DC - decoder; MB - memory block;
ST - "START" button; SP - "STOP" button

10.4. Implementation of a control system based on microprocessors and microcontrollers

If the control system is implemented on the basis of a microprocessor, then its block diagram is similar to any microprocessor system. It consists of a microprocessor and two ports: input and output. The input port receives signals from sensors (possibly through converters). From the output port come signals to turn on the mechanisms and which are fed through the amplifiers to the starting devices of the mechanisms. Triggers for memorizing commands are not required because they are in the output ports of the microprocessor system [11-14].

Block diagram of the control system on the microprocessor for the technological area in Fig. 1.1 shown in Fig. 4.1. The number of input ports on it is determined by the number of sensors, and the number of output - the number of mechanisms. This diagram does not show the transducers of the output signals of the sensors and the amplifiers of the output signals of the microprocessor.

For microprocessor systems it is necessary to develop a block diagram of control algorithms. Its structure depends on how the control algorithm was formalized.

If the control algorithm is obtained on the basis of a system of equations of inclusion and exclusion of mechanisms, the block diagram of the algorithm is a continuous cycle of solving these equations. This cycle after initialization of the microprocessor begins with determining the status of the "START" button.

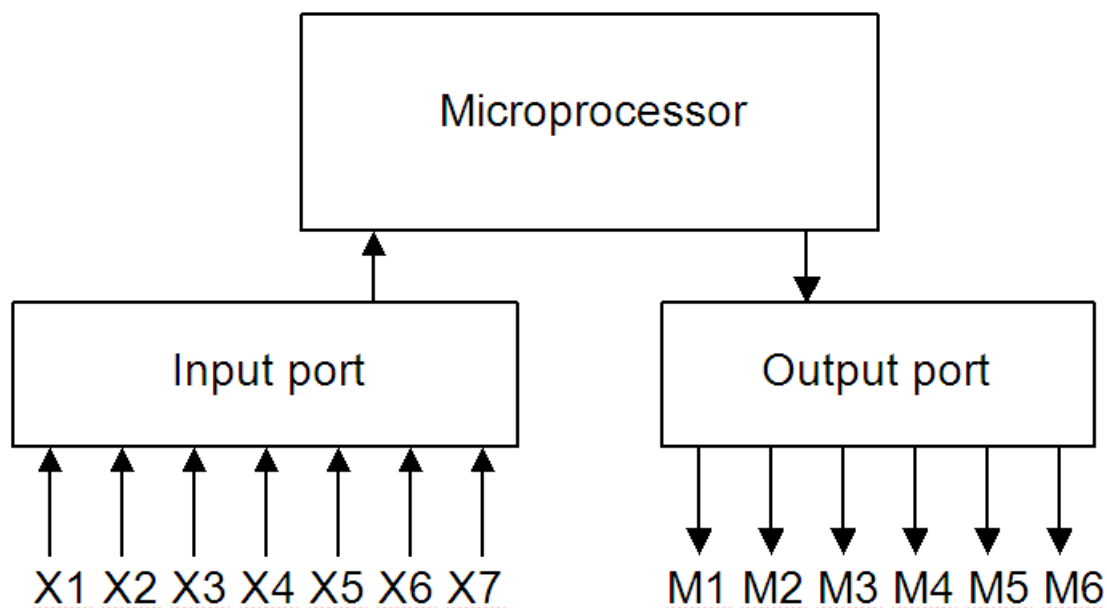


Fig. 4.1. Block diagram of a microprocessor systems

Solving the system of equations begins when this button is closed. At the end of the cycle it is necessary to check the status of the "STOP" button. If it is closed, the microprocessor enters the mode of checking the status of the "START" button. If not - the microprocessor continues to solve control equations. With this algorithm, the control system can be stopped when the complete control cycle is completed.

The solution of control equations for each mechanism should begin with determining the state of this mechanism. If it is excluded, then there is no need to solve the equation of its exclusion, because they cannot change the state of the mechanism. If the mechanism is enabled, then only the exclusion equations are solved. This technique does not reduce the length of the program, but significantly reduces the time for its execution.

The role of triggers in this case is performed by RAM cells. If equal to one at least one equation of inclusion of the mechanism, in this cell write down unit and transfer to an output port of the microprocessor. If at least one equation of exclusion of the mechanism is equal to one, in this cell write down zero, excluding the mechanism. If all the control equations of this mechanism are zero, then the state of the memory cell does not change, and the microprocessor proceeds to solve the control equations of the next mechanism. The equations of switching on and off the mechanism cannot be equal to one at the same time, otherwise they are composed incorrectly.

Conclusions

If the control law is given in the form of LSA, the development of a block diagram of algorithms for it is not a difficult task. Each functional operator in the LSA has a command to enable or disable the mechanism, which must be passed to the output port of the microprocessor. Each logical operator in the LSA is a reference

to the appropriate input port to determine the status of a sensor. Depending on this, the microprocessor decides on the next command according to the LSA. In contrast to the other schemes, when working on the LSA, the microprocessor waits for the mechanism to perform a particular operation and only then proceeds to control another mechanism.

In such a block diagram, the microprocessor does not wait for the mechanism to perform its operation, but constantly monitors the status of the sensors and issues the necessary commands. Given the high speed of the microprocessor, we can assume that control over the operation of the mechanisms will be reliable.



KAPITEL 11 / CHAPTER 11. ON THE POSSIBILITIES OF USING FORECASTING METHODS IN THE MEDICAL FIELD

О ВОЗМОЖНОСТЯХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ В МЕДИЦИНСКОЙ
СФЕРЕ

DOI: 10.30890/2709-2313.2021-04-04-034

Introduction

Statistical models are an important class of models that mathematics offers the researcher. With the help of these models, phenomena are described in which there are statistical factors that do not allow explaining the phenomenon in purely deterministic terms. Typical examples of this kind of models are time series in economics, marketing, industry, finance, management, which have a trend-cyclical component and a random component. Whether he wants it or not, a researcher cannot exclude a random component and must draw his conclusions, taking into account its presence.

Forecasting, finding hidden periodicities in data, analyzing dependencies, assessing risks when making decisions, and many other tasks are solved within the framework of statistical models.

In the course of their development, probability theory and statistics have developed a powerful apparatus for the study of random phenomena, which is very partially and practically at an elementary level used in this book. The modern game on the stock exchange is nothing more than a transformation in the new conditions of games with a toss of a coin or dice. It was from the study of these games in the 17th century. and the theory of probability appeared.

A flexible language for describing forecasting is the language of conditional mathematical expectations about the flow of sigma algebras. In this case, the optimal forecast in terms of the mean square error is determined by the formula $E(X(t+1) | F(t))$, where $F(t)$ is the flow of sigma algebras, in other words, a set of snapshots of history. We deliberately go for some simplification and present the theory in a language understandable to a wide range of readers. The term "forecasting" (from the Greek. Gnosis - knowledge) means knowledge ahead, foresight, prediction. English version: forecasting, prediction.

11.1. Forecasting

Forecasting as a specific type of scientific analysis has found more or less wide application in the field of natural phenomena (weather forecast, floods, crop yields, etc.), now it has covered a wide variety of areas of human activity: politics, international relations, economics, scientific and technological progress, demographic and social processes, education, etc. A new scientific direction is being formed - forecasting, in which, on the basis of a synthesis of methods borrowed from



philosophy, sociology, statistics, mathematics, and their own methods, prospective assessments of the development of social processes and phenomena are developed.

The problems that can be solved using the methods of probability theory and mathematical statistics are very diverse. During our research, the most typical tasks were considered. So, in one of the tasks, the achievement of the level of accuracy of the obtained statistical data or the confidence limits for the true probability of events is determined on the basis of the frequencies of these events obtained in the course of observations. In the second task, statistically significant patterns are revealed when comparing the frequencies of homogeneous events.

The task of forecasting is to determine the values at the following moments from the values of observations collected at a given moment in time. Usually observations are made at regular intervals: a day, half an hour, etc. The stock price, for example, can be registered at the close of the exchange, and then the task is to predict the stock price for the next day. However, there are also longer intervals, for example, month, quarter, year. In trade, for example, purchases are planned for a month or a week. In all these situations, it is important to have an informed understanding of what will happen next, i.e. in future.

Statistical methods are based on a probabilistic model, which allows us to understand the nature of the observed data, to highlight the main factors, seasonal factors, the cyclical component, to rationally build a forecast.

The generally accepted standard in which forecasting in economic applications is made are autoregressive and integrated moving average models, abbreviated as ARIMA, or ARIMA.

11.2. Information technology (IT) in medical diagnosis

The most time-consuming tasks of medicine include making a diagnosis and choosing a course of treatment. Traditionally, doctors have solved these problems, relying only on their own intuition and experience.

The most time-consuming tasks of medicine include making a diagnosis and choosing a course of treatment. Traditionally, doctors have solved these problems, relying only on their own intuition and experience. Today, their arsenal increasingly includes methods based on high technologies and allowing to process large flows of information.

Today IT is used in medicine in three areas:

- use of equipment for surgical treatment, observation of the patient in the preoperative and postoperative periods, etc. ;
- maintaining document flow and financial and accounting reporting;
- predicting the state of the body, diagnosing diseases, tracking the stages of relapse, prescribing the necessary course of treatment using intelligent decision-making systems.

Let's try to analyze the state of affairs in the third, most science-intensive direction. Expert systems and artificial intelligence systems created in our country and abroad, designed for diagnostics, allow solving a variety of problems. These



tasks can be very narrow (for example, scheduling the effective intake of certain medications for a specific patient), and more global, associated with predicting the patient's condition, issuing recommendations for surgical intervention and analyzing the patient's possible condition in the postoperative period. Depending on the purpose, such systems are based on different methods; among them:

- statistical methods of data processing (SMOD);
- artificial neural networks (ANN);
- nonlinear regression methods (NRM).

11.3. Using multivariate analysis methods to generate predictive information

The approaches to obtaining predictive information can differ significantly both in the set of analyzed information and in the method of obtaining the final information. They can be organized in the form of tables, questionnaires, simple or complex computer programs. Most of the common indexes try to target a wide range of consumers, which may include patients as well as doctors.

A common variant of constructing a prognostic indicator is a table or text that includes the correspondence of a set of qualitatively described properties with a certain quantitative value - an example of such prognostic values can be the index of the patient's physical condition - the Karnofsky index, an assessment of the same property based on the ECOG classification.

In recent years, the patient's quality of life and economic issues related to treatment have become as important as life expectancy and are considered additional clinical criteria in the treatment of cancer. Currently, there are very complex methodological and statistical problems of comparing the data obtained and assessing their predictive value. Capacities made on the basis of currently used methods of measuring quality of life (QoL) for various patient populations. Unresolved issues are the interpretation of the "value" recorded on different scales and the statistical significance of the recorded differences. The high subjectivity of assessing the patient's condition by questionnaires leads to low reliability of the results obtained. A study by the National Cancer Institute of Canada compares the assessment of the functional state of patients on the basis of various scales (Physical functioning item of the subjective significance scale and the physical functioning scale of the QLQ-C30). The obtained correlation coefficient between them had a value of 0.23 and was completely unsatisfactory. The results presented illustrate the existing problem of information objectivity when using questionnaire (or tabular) methodologies for obtaining quantitative estimates.

The solution of similar problems in other areas of medicine (assessment of the general condition of the patient and the prognosis of the disease) is achieved using several different approaches. Although the final estimates are also obtained on the basis of tabular data, the baseline information includes significantly more indicators based on a large number of functional and laboratory studies. Such prognosis indices are widely used, for example, in the medicine of non-acute conditions (APACHI,



TISS, ASA, CRIB). In this case, the indices can be focused on a specific type of injury (for example, craniocerebral). These indices have a high degree of predictive power. For example, APACHE allows predicting the outcome of an injury with a probability of over 95%.

Returning to the methods of assessing the physical state of an oncological patient based on the Karnovsky or ECOG (and other similar) indices, it should be emphasized that, despite their simplicity, they continue to remain an adequate tool in the hands of a doctor. In a large number of works devoted to the prognostic significance of various signs in cancer patients, they remain one of the most informative. Thus, indices based on simple mathematical principles occupy an important practical place in clinical practice and, at the same time, having methodological problems in their determination, set the task of increasing the objectification of the methods of their registration. Some authors point to the promise of using simply organized integral blood indicators. They used two options for such an assessment: the leukocyte index of intoxication Kalf-Kalif and the indicator named by the authors - the entropy of the leukocyte formula. Both indicators turned out to be informative in assessing the prognosis of the development of the pathological process. The authors conclude that the use of integral blood parameters in diagnostic monitoring allows to increase the information content of traditional diagnostic tests, improve the assessment of the effectiveness of therapy, outline ways to predict the outcome and individualize treatment. The use of integral blood indices is promising for the computer assessment of laboratory research results and the development of expert diagnostic systems.

Another, the most common way of obtaining predictive information can be illustrated by the example of the program proposed. Some authors propose a classification system - SMDC - standardized Multiparameter Data Classification. The CLASSIF1 classifier program using standardized instrumental and laboratory data of cytometry and other multivariate data, including clinical chemistry and biomedical and clinical data, is open for use via the Internet via the TELNET protocol. Anyone can use their data to find a solution to their problem. In the author's version, the program is used to solve such problems as: assessment of the risk of myocardial infarction based on the expression data of platelet activation antigens (data used for the classification of CD62, CD63, thrombospondin, immunoglobulin G); assessment of the risk of overtraining for professional cyclists based on the level of lymphocytic antigens; prognosis of survival in patients with melanoma (discrimination is made into two classes up to 10 years and more than 10 years) based on clinical data. The principle of the algorithm is based on calculating a pair of percentiles 5/95%, 10/90%, 15/85% based on the distribution curve of values in the training sample. (Which pair of percentiles to use is decided in practice.) Further, specific values are replaced by: 0 - if it is within the selected interval, (+) - for a value greater than and (-) - for a value less than the selected percentiles. Further, on the basis of already known clinical data, a matrix is formed - how many combinations of signs correspond to which pathology.

**Table 1 – Illustration of data**

Wedge. Data \ laboratory classif.	Total	N	R	D
Norm , N	17	100	5.9	0
Risk of heart attack , R	97	2.1	96.9	3.1
Tuberculosis , D	14	57.1	7.1	42.9

The cells show the percentage of patients who fall into this category for the selected percentile level. Classification optimization process - increasing the sum of the values of the diagonal component of the matrix - 100% classification for each class. Further, single columns (features) or their combinations are excluded and the classification result is determined. If it does not degrade, this data is not included in the final algorithm.

This grading system is more dependent on within laboratory accuracy than on interlaboratory accuracy. Instrumental accuracy can be corrected (instrumental error can be excluded) by normalizing the percentiles to the mean value of reference samples (which can be donor blood samples). In addition, the biochemical properties of many cellular systems during the course of a disease can be immediately compared when classifiers are standardized for common, available cells such as peripheral blood cells.

A similar ideology for obtaining diagnostic information was used by domestic authors of the creation of "information technology for the analysis of medical data". Their approach is also based on creating intervals for each of the studied clinical and laboratory data, however, not standard statistical intervals are used, but their values are selected in such a way that the frequencies of hits of objects qualitatively distinguished by an expert differ as much as possible. Thus, interval estimates are formed with the corresponding probabilities of objects falling into certain intervals. If we now go to two features, then a set of rectangles is formed - with sides corresponding to the division intervals for each feature. A set of such rectangles, together with an estimate of the probability of falling into the appropriate intervals, were called "binary" structures by the authors. An important feature of the proposed method of data analysis, emphasized by the authors, is the ability to "identify the diagnostic and prognostic value for values that are within the normal range." It also allows the discovery of new intervals that were not previously considered in clinical practice as not carrying information. This is a very important property that the authors have drawn attention to. Very often, the use of "generally accepted" norms does not allow extracting important diagnostic information from the obtained experimental and clinical data. The very concept of "norm" and "laboratory norm" is extremely difficult and requires careful handling in the sense that the analysis of data in any kind of research, apparently, must begin excluding interval "normal" limitations and conduct statistical analysis in specific, studied groups. The results obtained can then be compared qualitatively with the available normal intervals. (If necessary). An important feature of the proposed analysis is the ability to study the dependence of features, which essentially coincides with the method of analysis of contingency matrices. The information obtained in this way allowed the authors to



solve a number of interesting diagnostic problems. We studied the features of hematopoiesis and metabolism in patients with lymphogranulomatosis, and also showed the fundamental possibility of differential diagnosis between lymphogranulomatosis and other lymphoproliferative diseases based on laboratory blood parameters. Further, in terms of frequency of use, there are options for cluster and discriminant analysis. For example, some authors present results on the use of a diagnostic function of the form $N = \sum k_i \cdot x_i$ $\{x_i = 0,1\}$ for differential diagnosis of tuberculosis - pneumonia - lung cancer. Coefficients were found for three functions - respectively, three pairs of diseases and threshold values for these pairs. 15 indicators were used, including 5 blood indicators. The calculation was made on the basis of the analysis of data from 300 case histories, and the control study for 50 and the coincidence of diagnoses was shown in 84% of cases. This approach can be thought of as a vulgarization of the discriminant method. The diagnostic function has the form of a simplified discriminant function, in which the discrete value of the feature is used instead of the parameter value (1 - if the feature is greater than a certain level or 0 if the feature is absent). The authors recommend using the method at the outpatient level to make a preliminary diagnosis and decide on the patient's referral to a specialized clinic. The discriminant approach in the analysis of multiparametric blood parameters for diagnosis in oncology is actively used by a group of researchers from the N.N. Aleksandrov Belarusian Oncological Institute. The use of discriminant analysis of a complex of biochemical and physicochemical characteristics of blood allows, according to the authors, to assess such important characteristics in the treatment of cancer patients as prognosis and monitoring of the effectiveness of treatment for prostate cancer, prognosis of complications when using multicomponent chemotherapy in children, assessment of the level of endogenous intoxication in lymphogranulomatosis. The effectiveness of using discriminant analysis of clinical and laboratory data in solving differential diagnostic problems is indicated in some papers. One of the areas where the method of discriminant functions is actively used is radiology. The use of this method of classifying formalized radiographic data allows for standardization of the diagnoses obtained and, in some cases, for an increase in diagnostic efficiency as compared to the expert one. Along with discriminant analysis, the possibility of the practical use of various variants of cluster analysis for solving medical problems is being actively explored. For example, some papers consider the application of the cluster analysis method for solving forecasting problems in medicine. The main difficulties in using the method are indicated: a low level of formalization of the subject area, as well as the fact that a high level of costs may be required to obtain the required amount of information. These reasons, according to the authors, orient the researcher when choosing methods of analysis towards classification methods based on methods of pattern recognition. The advantages of these methods are their focus on the result of making, rather than analyzing the process and mechanism of decision making. In many cases, this approach simplifies the search for a solution to the problem. The classification system proposed by the authors based on hematological blood test offers new approaches to the application of the pattern recognition method for classification problems. The authors' conclusion about the possibility of reducing the number of



objects in the training sample is also interesting. As already mentioned, this indicator seems to be the most critical in most systems and methods that solve classification problems. This limitation should be taken into account when planning studies, because in practice, it can be difficult to organize the recruitment of the required number of patients who, among other things, have the same quality of diagnostic information.

A variant of cluster analysis - classification trees (a type of decision making of the graph method) is often used in areas where information is qualitative in nature and can be converted into ordinal variables. These are, for example, such disciplines as cytology, histology, psychology. Classification of objects (in the case of cytology or histology, this is a diagnosis) is made on the basis of consistent decision-making when registering a certain level of signs. For example, some authors use a classification tree approach to assess the grade based on histological features for tongue cancer. The authors note that the assessment method must be reproducible to be used effectively. This is not the case for routine histological methods, for which interlaboratory testing gives a large amount of discrepancy. The use of mathematical methods for classifying information obtained using image analysis methods allowed the authors to find new properties of histological architecture that have a high correlation coefficient with survival. Thus, the introduction of the technology of automatic registration of parameters and their mathematical analysis, increased the accuracy of assessing the degree of malignancy for this type of cancer.

I would also like to mention a group of methods that use the principle of obtaining information about an object (in this case, a patient) by examining the dynamics of changes in any indicator. For example, evaluating certain parameters before and after exposure (treatment), one can study both the parameters of the object itself (in vivo) and model systems (for example, the reaction of blood to irradiation in vitro, the reaction of tumor cells to chemotherapy drugs in culture, etc.) ... This approach is very common in experimental biology, because allows you to explore the properties of an object in more depth. These methods can be conventionally called "relaxation". Those. the system is taken out of equilibrium in some way and the processes of its return to equilibrium are investigated, we obtain information about the system. For example, some authors point out that the introduction of new laboratory parameters into clinical practice expands the range of biomarkers, dynamic studies of which (an example is given of the MCV indicator) against the background of the use of pharmaceuticals can be a source of important information for predicting complications and correcting the program. treatment. It is the mathematical analysis of the dynamics of changes at the stage of testing a new drug that makes it possible to draw adequate conclusions about the onset of unwanted complications. In some papers it was shown that it is the monitoring of the leukocyte count during the treatment of IL-2 in patients with kidney cancer that is an independent prognosis factor both for overall survival and for assessing the response to therapy. Thus, the use of dynamic studies against the background of the test (an example is "provocative tests") or therapeutic effects can provide significantly more valuable information for building predictive models, and such approaches should be more intensively introduced into clinical practice.



11.4. Using regression models in medical practice

The need and importance of an adequate prognosis of life expectancy for an oncological patient is due to a number of reasons. Firstly, it is necessary for an adequate choice of a treatment program (especially in terms of possible side effects associated with the use of highly toxic treatment regimens), secondly, it can allow the correct allocation of financial resources, directing them more efficiently, and thirdly, a correct assessment can help the patient and his family to carry out adequate planning for this period. In addition, in a number of countries, special financial and social programs are provided for patients with a predicted imminent death.

It is possible to try to describe the construction of a forecast (development of the disease, various outcomes) (the occurrence of an event at a specific point in time) based on the currently known data. The solution of such problems is carried out within the framework of various regression models. The most studied is the linear regression model, but its use to describe the majority of clinically important indicators (life expectancy and other events) is inapplicable due to the nonlinear nature of the studied phenomena. Dissatisfaction with linear methods for building predictive models has led to the development of alternative approaches. For example, some authors shown that the combination of linear models significantly reduces the estimation error. Because life expectancy is the most important metric when comparing different treatment regimens, how it is described and compared plays a fundamental role. The most important are the following families of distributions, which are used to describe the life expectancy: exponential (including linear exponential) distribution, Weibull distribution of extreme values, and Gompertz distribution. In principle, standard parametric and non-parametric methods could be used to describe the average lifetimes and compare the new treatment with the old ones. It should be said that, The simplest way to describe survival in a sample is to construct life tables. The life table technique is one of the oldest methods of analyzing survival data. Such a table can be viewed as an "extended" frequency table. The construction of life tables, the estimation of the survival function using the Kaplan-Meier procedure are descriptive methods for examining censored data.

Conclusion

It can be concluded that information technologies are widely used in modern medicine, since they are necessary for the delivery of the most accurate diagnoses for further effective treatment of the disease. Information technologies are also used to predict diseases and other aspects in medicine.



KAPITEL 12 / CHAPTER 12.

PATH TRACING METHOD OF FUNCTIONALLY DEFINED SCENES

МЕТОД ТРАСУВАННЯ ПРОМЕНІВ ДЛЯ ФУНКЦІОНАЛЬНО ЗАДАНИХ СЦЕН

DOI: 10.30890/2709-2313.2021-04-04-057

Introduction

Path tracing is one of the special cases of ray tracing and is the most physically accurate rendering method [1-4]. Using direct modeling of light propagation to calculate illumination, this algorithm allows you to get very realistic scenes with minimal effort, which would take a large amount of calculations to render in the traditional way.

For the path tracing algorithm, the input data is the primary ray passing from the camera through the screen pixel. For this ray, we determine the nearest intersection with the scene primitive. If there are no intersections, the ray disappears into the void. Otherwise, if the beam reaches the light source, the light path between the source and the camera is found. If we find something else, we perform reflection and recursion, hoping that the reflected beam will still find the light source. This process resembles the return path of a photon reflected from the scene surfaces [5-9].

GPUs are designed to perform this task in multithreaded mode. At first glance, it may seem that ray tracing is perfect for this. Use OpenCL or CUDA to create a stream for a pixel. Each thread executes an algorithm that works as intended, and is quite fast in the form of ray tracing on the GPU. However, this algorithm has a problem. The primary beam can find the light source immediately, or after one random reflection, or after fifty reflections. For the CPU – this is a potential stack overflow. For the GPU, this is an occupation problem. The problem is caused by conditional tail recursion: the path can end at the light source or continue. Let's move this to a set of threads: some threads will stop, and the other part will continue to work. After a few reflections, we will have a few threads that need to continue computing, and most threads will wait for these last threads to finish. The concept of "busy" is a measure of the part of the GPU threads that perform useful work.

The busy issue also applies to the SIMT execution model of GPU devices. In order to manage multiple running threads, multiprocessors use an architecture called SIMT (single instruction, multiple-thread). All actions on threads are performed in groups of thirty-two threads. Such groups are called "warps". However, each thread is associated with a single scalar computing core and is executed with an independent instruction address space and register state. Threads from the same warp execute one common command at the same time. Therefore, the greatest efficiency is achieved when all thirty-two threads follow the same branch path. In the case where part of the flow going the other way branching, will be performed both ways. In addition, the necessary part of the threads will be blocked. SIMT architecture is very similar to SIMD (single instruction, multiple data). In the case of SIMD, the developer and compiler need to spend a lot of effort to fill in the vectors. Moreover, in SIMT, instructions define the behavior of a single thread.

This paper presents a method for modeling light sources, mirror and glass surfaces, as well as diffuse materials. The method is characterized by the simplicity of the path tracer. The main algorithm is implemented in a fragment GLSL

12.1. Built-in GLSL variables

Shaders are self-sufficient, if you need data from any other source, you will have to pass it to the shader. This can be done using vertex attributes, uniforms, and samplers. However, there are still a few variables defined in GLSL with the `gl_` prefix, which gives additional options for reading and / or writing data. For example, these are the resulting vectors: `gl_Position` of the vertex shader and `gl_FragCoord` of the fragment shader. The `gl_Position` variable is the output vector of the vertex shader, which specifies the position vector in the clipping space. Setting the `gl_Position` value is a prerequisite for displaying something on the screen.

One of the processed primitives that can be selected is `GL_POINTS`. In this case, each vertex is a primitive and is treated as a point. You can also set the size of the processed points using the `glPointSize` function. You can also change this value via the shader. In the output float variable `gl_PointSize`, declared in GLSL, you could set the height and width of the points in pixels. By describing the point size in the vertex shader, you can influence this value for each vertex. By default, changing the point size in the vertex shader is disabled, but you can set the OpenGL flag `GL_PROGRAM_POINT_SIZE`. For example, resizing a point is setting the point size to the value of the z component of the clipping space, which in turn is equal to the distance from the vertex to the observer. The point size will increase the further the observer is from the vertex. As a result, the further away the observer is from the points, the larger they are displayed.

The `gl_Position` and `gl_PointSize` variables are output variables, because their values are read as the output of the fragment shader stage, and they can be influenced by writing. The vertex shader also provides an input variable, `gl_VertexID`, which is read-only. The integer variable `gl_VertexID` contains the ID of the vertex to draw. During index rendering (using `glDrawElements`), this variable contains the current index of the vertex being rendered. During rendering without indexes (via `glDrawArrays`), the variable contains the number of processed vertices now since the render call.

12.2. Fragment Shader variables

Inside the fragment shader, you have access to some variables. GLSL provides two input variables `gl_FragCoord` and `gl_FrontFacing`. The `gl_FragCoord` variable is used when checking the depth. Since the z-component of the `gl_FragCoord` vector is equal to the depth value of a particular fragment. However, you can also use the x and y components for some effects. The x and y components of the `gl_FragCoord` variable are the fragment coordinates in the window coordinate system, originating



from the lower-left corner of the window. You can specify the window size 800x600 using `glViewport`, so the fragment coordinates in the window coordinate system will be between 0-800 in the x coordinate and the range 0-600 in the y coordinate. Using a fragment shader, you can calculate different color values based on the fragment's screen coordinates. A common use of the `gl_FragCoord` variable is to compare the visible result of calculations of different fragments. For example, you can divide the screen into two parts, displaying one part on the left half of the screen and the other part on the right half of the screen.

Another variable in the fragment shader is `gl_FrontFacing`. OpenGL can determine whether a face is a face in the order of traversing the vertices. If face clipping is used (the `GL_FACE_CULL` flag is activated), then the `gl_FrontFacing` variable determines whether the current fragment is a face or a non-face part. You can calculate different colors for the front part, for example.

The Boolean variable `gl_FrontFacing` is set to true if the fragment is on the front face, otherwise it is false. For example, you can create a cube with different textures inside and outside.

The `gl_FragCoord` variable is an input that allows you to read the coordinates in the window coordinate system and get the depth value of the current fragment, but this variable is read-only. You cannot change the fragment coordinates in the window coordinate system, but you can set the fragment depth value. GLSL provides an output variable-`gl_FragDepth`, which can be used to set the depth of the fragment inside the shader. To set the depth value, write the float value from 0.0 to 1.0 to the `gl_FragDepth` variable. If the shader does not write a value to `gl_FragDepth`, then the value for this variable will be automatically taken from `gl_FragCoord.z`. However, setting the depth value yourself has a significant drawback, since OpenGL disables all early depth checks (as discussed in Depth test) as soon as an entry in `gl_FragDepth` appears in the fragment shader. This is because OpenGL cannot know what the depth value of the fragment will be before the fragment shader starts, since the fragment shader could completely change this value. When writing to `gl_FragDepth`, you should think about a possible performance drop. However, starting with OpenGL 4.2, you can find a compromise by re-declaring the `gl_FragDepth` variable at the beginning of the fragment shader with the depth condition. By specifying greater or less as the depth condition, OpenGL can assume that only values greater or less than the fragment depth values will be written. Under this condition, OpenGL can still perform an early depth value test if the value is less than the fragment depth value.

12.3. Interface blocks

To pass data from the vertex shader to the fragment shader, several corresponding input/output variables are declared. This method is the simplest way to transfer data from one shader to another. With the increasing complexity of applications, it may be necessary to pass more than a few variables, which may include arrays and / or structures. To help organize variables, GLSL provides a

feature as interface blocks that allows you to group variables together. The announcement of these interface blocks is largely similar to the Declaration of the structure, with the exception of the use of the in and out keywords based on the use of the block (input or output).

There are several inconveniences when using OpenGL. For example, when more than one shader is constantly used, you have to set uniform variables, while most of them are the same in each shader. OpenGL provides a tool called a uniform buffer that allows you to declare a set of global uniform variables that remain the same in each shader. When using a uniform buffer, you need to set the required uniform variables only once. Nevertheless, you need to take care of the unique variables for a particular shader. However, it is not so easy to configure a uniform buffer object. Since a uniform buffer is a buffer like any other buffer, you can create it through the `glGenBuffers` function, then bind it to the `GL_UNIFORMS_BUFFER` target, and put all the necessary data of the uniform variables there. There are certain rules for putting data in a uniform buffer. First, we put the projection and view matrices in the so-called uniform block in the vertex shader.

We set the projection and view matrices in each rendering iteration for each shader used. This is an example to demonstrate the usefulness of the uniform buffer, since now you only need to set the shaders once. We have declared and named a uniform block-Matrices, which stores two 4x4 matrices. Variables in a block can be accessed directly without specifying a block prefix. Then we put the values of these matrices in a buffer in the code. Each shader declaring this uniform block has access to the matrices.

The contents of the uniform block are stored in a buffer object, which is essentially nothing more than a reserved area of memory. Since this section of memory does not contain information about what type of data it stores, you need to tell OpenGL, which section of memory corresponds to each of the uniform variables in the shader.

12.4. Path tracing

As with most classical ray tracing algorithms, when tracing paths, we emit rays from the camera position to the scene, and look at what each of them collides with objects. We "trace the path" of the photon that passed from the light source to the observer's eye, but only do it in the opposite direction, starting from the observer's position. Since it makes no sense to calculate the light that will not eventually reach the observer's eye. One of the first questions that can be asked when considering this algorithm: and up to what point do you need to model the movement of the beam? From the point of view of physics, almost every object that surrounds us reflects at least some light. Accordingly, the natural way to model the path of a photon is to calculate the path of motion until the amount of reflected light from the object becomes so small that it can be ignored. This method certainly takes place, but it is extremely unproductive. Therefore, in any ray-tracing algorithm, you still have to sacrifice the physical reliability of the image for the sake of obtaining an image in at



least some acceptable time. Most often, the choice of the number of beam reflections depends on the scene. Rough diffuse surfaces require much less iteration than mirror or metallic surfaces. The classic example is with two mirrors-the light in them is reflected a huge number of times, creating the effect of an endless tunnel, and we must be able to simulate this.

Another question that arises is what objects can be in the scene, and what properties they have. In addition, here not everything is so obvious and most often depends on the specific implementation of the tracer. For example, in classical physically correct rendering, pre-prepared materials with varying parameters are used to describe objects: albedo (diffuse reflectivity of the material), roughness (a parameter that approximates surface irregularities at the micro-level) and metallicity (a parameter that sets the reflectivity of the material). Sometimes other properties are added to them, such as transparency and refractive index.

In this method, we conditionally select the following parameters for the object material:

1. Reflectance - how much and what wave of light reflects each object.
2. Surface roughness - how strongly the rays are scattered when they collide with an object.
3. Energy emission (emittance) - the amount and wavelength of light that an object emits.
4. Transparency (opacity) - the ratio of the light passed through the object to the reflected light.

These parameters are sufficient to simulate light sources, mirror and glass surfaces, and diffuse materials. Let's focus on them and keep the resulting tracer simple.

The main algorithm will be implemented in a fragment GLSL shader. The code is much the same as the C language: we have functions and structures at our disposal, the ability to write conditional constructs and loops, and everything else is added to the ability to use built-in primitives for mathematical calculations-vec2, vec3, mat3, etc.

First, let's define the primitives and the structure of the material. The functional assignment of objects allows us to solve the problem of granularity [10]. Let's consider setting objects in the form of a quadric with perturbations. Such objects will be called free forms. Thus, we propose an approach for defining an object that is different from the polygonal method. It is necessary to choose a basic form and select a set of perturbations defined in the form of quadrics. This approach allows you to reduce the cost of memory. The amount of memory required for setting one polygon is slightly less than for setting one quadric. However, in order to approximate an object from a single quadric with an acceptable level of detail, thousands of polygons are required. It should be clarified that it is not proposed to replace the traditional polygonal method of setting for all objects. Although any object can be represented as a free form. Nevertheless, not for all objects, this will be appropriate.

Objects and operations can be of the following types: functionally defined object; geometric operation; basic types of quadrics: 'ell', 'seat', 'ellpar', 'unihyp', 'duahyp', 'cone', 'cylinder', 'layer', 'plane', 'clin', 'parabola', 'hyperbola'.

Example of a scene consisting of two primitives:



reflected light from the surface can be set as follows: $L' = E + f * L$, where E is the light emitted by the object (emittance), f is the light reflected by the object (reflectance), L is the light that fell on the object, and L' is what the object eventually emits. In deducing this dependence, we rely solely on our logic regarding the behavior of light. However, if you are interested in the mathematical correctness of the above expression, look at the rendering equation, although it looks much more complicated, but in fact, it contains the same calculations that we give.

If we were writing code in conditional C++, we could directly get L as the result of the recursively called `CastRay` function. However, GLSL does not allow recursive function calls in any form, so you have to deploy the algorithm so that it works iteratively. With each reflection, we reduce the coefficient by which the light emitted or reflected by the object is multiplied, and thus repeat the formula described above. In our implementation, each object can potentially emit a certain amount of light, so emittance is taken into account for each collision. If the beam does not collide with anything, we believe that no light has reached us. In principle, for such cases, you can add a selection from the environment map or set "daylight". Nevertheless, after experimenting with this, we made the current implementation, - with a void around the scene.

Now let's solve the following question: what is the principle of the ray reflected from the object? Obviously, in our path-tracer, this will depend on the normal at the point of incidence and the micro-terrain of the surface. If we turn to the real world, we will see that for smooth materials (such as polished metal, glass, water), the reflection will be very clear, since all the rays falling on the object at the same angle will be reflected at about the same angle. Moreover, for rough, uneven surfaces, we observe very blurry reflections, most often diffuse. Since the rays propagate along the hemisphere relative to the normal of the object. It is this pattern that we will use, setting the final direction of the reflected beam as $D = \text{normalize}(a * R + (1 - a) * T)$, where a is the surface roughness/smoothness coefficient, R is the perfectly reflected beam, and T is the beam reflected in a random direction in the hemisphere relative to the normal. It is obvious that with the coefficient $a = 1$ in this formula, we will always get a perfect reflection of the beam, and with $a = 0$, on the contrary, evenly distributed over the hemisphere. With the roughness coefficient lying in the range from 0 to 1, the output will have a certain distribution of rays oriented by the angle of reflection, which is quite correct and just typical for glossy surfaces.

Let's write an implementation of a function that would return us a random ray in the hemisphere relative to the normal. To do this, we first take some set of randomly distributed numbers, and generate a ray from them that lies on the boundary of a hemisphere of unit radius, taking into account the cosine-weighted distribution, and then trivially project it into the same hemisphere where the object's normal is located.

Although the generated ray lies in the same hemisphere as the normal, the set of such random rays is still not oriented at the right angle. To fix this, we project them into the normal space. Let's set another random vector, then find the third one through the vector product, and connect them all to the transformation matrix. Random D generates random numbers in the range from 0 to 1. There are different ways to do this in the GLSL shader. We use a function that generates random noise without



explicit patterns. In combination with parameters such as the current pixel coordinate, the application running time, and other independent variables, you can generate quite a lot of pseudo-random numbers. That is, you need to pass an array of random numbers to the shader.

Let us also consider such an important effect as the refraction of light. It is known, for example, that a straw in a glass appears to be broken at the point where it intersects with water. This effect occurs because light, passing between two media with different properties, changes its wave velocity. Recall that if the light falls at an angle a , then the angle of refraction b can be calculated using the following simple formula (Snellius' law): $b = \arcsin(\sin(a) * n1 / n2)$, where $n1$ is the refractive index of the medium from which the ray came, and $n2$ is the refractive index of the medium into which the ray entered. Note that the refractive indices have already been calculated for the media of interest. It is also worth noting the following interesting fact: $\sin(a)$ takes values from 0 to 1 for sharp corners. The relative refractive index $n1 / n2$ can be anything, including greater than 1. Then it turns out that the argument $\sin(a) * n1 / n2$ is not always in the domain of the definition of the arcsin function. What happens to the angle of refraction? Why does our formula not work for such a case, although from a physical point of view the situation is quite possible? However, in the real world, under such conditions, the light beam simply will not be refracted, but will be reflected! This effect is logical, if we remember that now of collision of the beam with the interface of two media, it is essentially "divided into two", and only part of the light is refracted, while the rest is reflected. In addition, as the angle at which this ray falls increases, more and lighter will be reflected until it reaches that degenerate, critical moment. This phenomenon in physics is called internal reflection. In addition, its special case, when all the light is reflected from the interface of the media, is called total internal reflection. Moreover, this fact must be taken into account in the implementation of our path tracer.

How much light will eventually be reflected from the surface, and how much will pass through it? To answer this question, we need to refer to the Fresnel formulas, which are just used to calculate the reflection and transmission coefficients. Nevertheless, in our tracer, we will not paint these cumbersome expressions. We will use Christophe Schlick's simpler approximation formula, the Schlick approximation. It is quite simple to implement and gives acceptable visual results, so it is added to our code. We implement a function that would return the refracted beam taking into account the total internal reflection, and check whether we are inside the object. If the answer is yes, then we will consider this when calculating the media and the direction of the beam. In the case of full internal reflection, `refract` will return us 0.0.

To take into account the Fresnel effect, we will simply generate a random number, and on its basis decide whether the beam will be refracted or reflected. Also, do not forget that our objects have a density parameter, which is also responsible for the ratio of refracted light to reflected light. You can connect both of these conditions in different ways. Next, we can glue everything together: add logic to our `TracePath` function that would calculate the refraction of light and at the same time take into account the roughness of the object, it should also be taken into account for translucent bodies. For the refractive coefficients N_IN and N_OUT , two very close

numbers are taken. This is not quite physically correct, but it creates the desired effect that the surfaces are made of glass. You can change them and see how the angle of refraction of the rays passing through the object changes.

Next, you need to initialize the scene at the beginning of the shader, pass all the camera parameters inside, and launch the rays in the direction of view. Let's start with the camera: we will need several parameters from it: direction - the direction of view in three-dimensional space. Up -the "up" direction relative to the view (needed to set the translation matrix to the world space), as well as fov - the camera's viewing angle. We will also pass purely utilitarian things for the calculation - the screen position of the processed pixel (from 0 to 1 in x and y) and the window size for calculating the aspect ratio.

The laws by which the rays are reflected have some randomness, and one sample per pixel will not be enough for us. In addition, even 16 samples per pixel is not enough. It is necessary to find a compromise: we will count each frame from 4 to 16 rays, but at the same time accumulate the results of the frames into a single texture. As a result, we do not do so much work every frame, we can fly around our scene and with a static image, and the quality of the render will gradually increase until the accuracy of the float is established. The advantages of this approach are great.

We run several rays and calculate the average of the TracePath result. Along with multisampling, antialiasing is implemented. At the same time as eliminating noise, we smooth out the boundaries of objects. To do this, we mix a random offset of ± 0.5 pixels with the texcoord values. To display the results of the tracer, RGB32F (a format that supports single-precision floating-point numbers) is used. Thus, we accumulate a sufficiently large number of frames before we reach the limit due to the loss of computational accuracy. Since we accumulate frames in a single texture, the classic version with the RGB format (one byte per channel) it does not suit us.

Figure 1 shows the result of modeling the presented method.

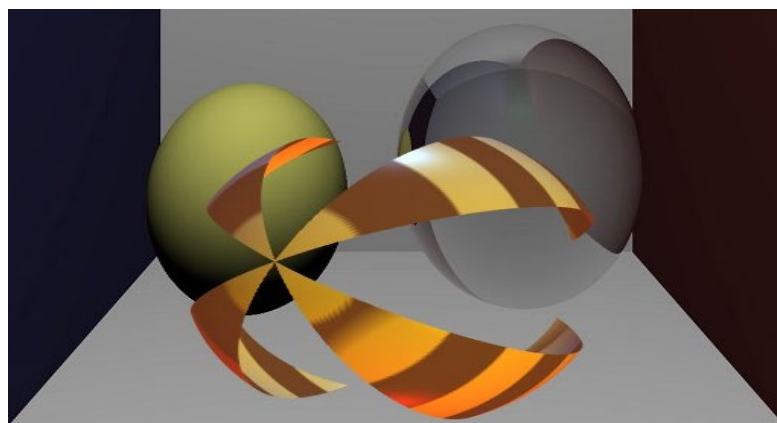


Fig. 1. Path tracing

Conclusion

A shader is implemented that accepts an accumulating texture and calculates the average of a set of frames. Applied tonal image correction and gamma correction. In the code, we used the simplest version of tone mapping, although we could have



taken something more complicated, for example, the Reinhard curve.

Next, we made the rendering implementation in the context of the GPU API on which this tracer is written, but this information is rather optional. It will not be difficult to write linking code on the framework or graphical API that is most convenient to work with.



KAPITEL 13 / CHAPTER 13. EVOLUTION OF VIDEO CARD ARCHITECTURES DEVELOPMENT

ЕВОЛЮЦІЯ РОЗВИТКУ АРХІТЕКТУР ВІДЕОКАРТ

DOI: 10.30890/2709-2313.2021-04-04-070

Вступ

Комп'ютерна графіка динамічно розвивається у напрямку візуалізації тривимірних зображень у режимі реального часу. Її засоби допомагають вирішувати широке коло завдань інтерактивного проектування, автоматизованого навчання, контролю технологічних параметрів, теоретичних і прикладних досліджень. Сьогодні для формування зображень використовують відеокарти [1-14], які стали одним із ключових компонентів обчислювальних систем. Тенденція до подальшого ускладнення графічних сцен, збільшення рівня деталізації поверхонь для коректної апроксимації об'єктів реального світу, використання більш складних моделей освітлення та зафарбовування вимагає збільшення продуктивності графічних процесорів. Різні вимоги до швидкості роботи графічного процесора залежно від виконуваних обчислювальною системою задач стимулюють виробників відеокарт розробляти графічні процесори та відеоадаптери з різними специфікаціями та характеристиками для максимального задоволення потреб предметної галузі.

Мета статті - проаналізувати особливості архітектур побудови відеокарт.

Аналіз розвитку архітектур відеокарт

Перші архітектури відеокарт. MDA (Monochrome Display Adapter) [1] – працювала тільки в текстовому режимі та підтримувала п'ять атрибутів тексту: звичайний, яскравий, інверсний, підкреслений і миготливий. Ніякої колірної або графічної інформації вона передавати не могла, і те, якого кольору будуть літери, визначалося моделлю монітора. Архітектура не підтримувала роботу із окремими пікселями та складалася з ядра відеоадаптера, яким служив чіп Motorola MC6845, обсяг пам'яті становив 4 Кбайт. Максимальна роздільна здатність становила 720x350 пікселів.

Першою кольоровою відеокартою стала CGA (Color Graphics Adapter), випущена компанією IBM, яка стала основою для подальших стандартів відеокарт. Вона могла працювати або в текстовому режимі, або в графічному (рис.1). [2, 4] Архітектура CGA, на відмінно від MDA, підтримувала роботу із окремими пікселями та складалася з ядра відеоадаптера, яким служив все той же чіп Motorola MC6845, але обсяг пам'яті був більше в чотири рази, тобто 16 Кбайт. У режимі роботи з кольоровою графікою максимальний дозвіл становило 320x200 пікселів, з монохромним - 640x200 пікселів. Глибина кольорів адаптера становила 4 біта. Це дозволяло використовувати палітру з 16 кольорів.

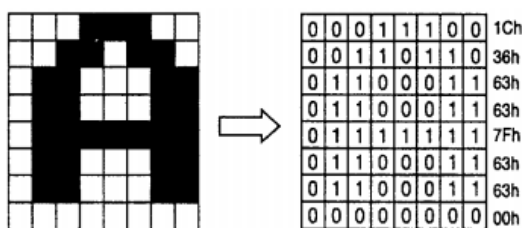


Рис.1 –Графічний режим відеокарти CGA

Логічним продовженням MDA і CGA стало теж рішення IBM під назвою EGA (Enhanced Graphics Adapter), представлене у вересні 1984 року. За своєю суттю новий відеоадаптер[2] став першим у своєму роді рішенням, здатним відтворювати нормальне кольорове зображення. Так само як і CGA, EGA підтримував текстовий і графічний режими, при цьому максимальний дозвіл становив 640x350 пікселів при використанні 16 кольорів з 64 можливих.

На архітектурному рівні EGA був схожий зі своїми попередниками: він також використовував відеоконтролер Motorola MC6845, оснащувався збільшеним об'ємом пам'яті, рівним 256 Кбайт. Для передачі даних застосовувалася шина ISA. Вся пам'ять поділялась на 4 сегменти. Графічний процесор [2] був спроможний заповнювати сегменти паралельно, що значно підвищило швидкість заповнення кадру. Також, адаптер додатково оснащувався 16 Кбайт пам'яті для розширення графічних функцій BIOS і мав проміжний буфер.

У подальшому фірма IBM розробила VGA [1] (Video Graphics Array) з розширенням EGA. Це фактичний стандарт відеоадаптера, який уособлював увесь розвиток відеокарт 80-х років. Особливістю VGA стало розташування основних підсистем на одній мікросхемі, що робило відеокарту більш компактною. Архітектура VGA [2] створила справжню революцію у розвитку відеокарт. Вона складалася із графічного контролера, який забезпечував обмін даними між ЦП і відеопам'яттю ; була вперше включена спеціальна мікросхема - RAMDAC (Random Access Memory Digital-to-Analog Converter - цифро-аналоговий перетворювач - ЦАП - даних, що зберігаються в ОЗУ) ; секвенсора, який перетворював дані відеокарти у потік бітів, який подавався на контролер, де відбувалося перетворення цих бітів на кольори; синхронізатора, який керував часовими параметрами та забезпечував високу швидкодію; контролера ЕПТ, що генерував сигнали синхронізації для дисплея. Відповідно кольорів стало більше і було створено нові графічні режими, так звані «X-режими» на 256 кольорів, із збільшеною роздільною здатністю.

Отже, у 80-х роках відеокарти тільки почали зароджуватися. Розробники розвивали їхні архітектури та збільшували можливості відеокарт. Почали використовуватися нові технології (ЦАП, контролер) та збільшилась функціональність відеокарт, а саме використання адаптерів для генерування кольорових зображень. Загальний вигляд архітектури відеокарт кінця 80-х років наведено на рисунку 2.

Відеокарти 90-х років. Графічний користувальницький інтерфейс, що з'явився в багатьох операційних системах, стимулював новий етап розвитку

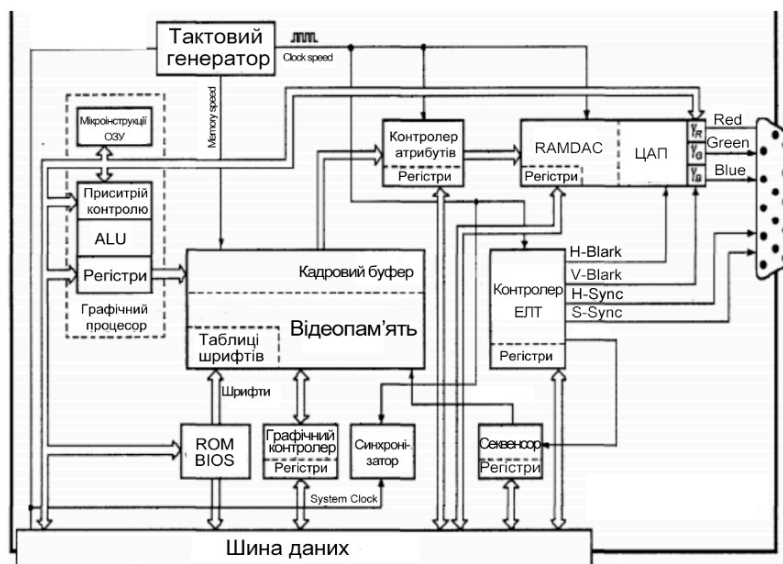


Рис.2 – Архітектура. відеокарт 80-х років

відеоадаптерів. З'являється поняття «графічний прискорювач» (graphics accelerator) [1, 4]. Це спеціалізовані пристрої, які виробляють виконання деяких графічних функцій на апаратному рівні. До числа цих функцій належать, переміщення великих блоків зображення з однієї ділянки екрана в інший, заливання ділянок зображення, малювання ліній, дуг, шрифтів, підтримка апаратного курсору і т. п. Прямим поштовхом до розвитку настільки спеціалізованого пристрою стало те, що графічний користувальницький інтерфейс безсумнівно зручний, але його використання вимагає від центрального процесора чималих обчислювальних ресурсів, і сучасний графічний прискорювач якраз і покликаний зняти з нього частку обчислень з остаточного висновку зображення на екран.

У 1991 року з'явилося поняття SVGA [2] (Super VGA) - розширення VGA з додаванням більш високих режимів і додаткового сервісу, наприклад можливості поставити довільну частоту кадрів. Число одночасно відображаються збільшується до 24 біта, з'являються додаткові текстові режими. З сервісних функцій з'являється підтримка розширення BIOS стандарту VESA. З його допомогою програмісти могли визначати специфічні відповідності та використовувати їх в подальшому. При цьому для роботи з будь-яким SVGA-пристроєм використовувався єдиний драйвер.

Відмінною рисою рішень SVGA [2] став вбудований [7] акселератор, поява якого була пов'язана з необхідністю якісної обробки графічної складової нових ОС. Але цього все ще не було достатньо, адже активно розвивалася тривимірна графіка, яка потребувала значно більшого функціоналу від апаратного забезпечення(GPU). Процес утворення зображення показано на рисунку 3.



Рис. 3 – 3D конвер першого покоління



Перший вдалий 3D-акселератор [4] для масового ринку, Voodoo Graphics (1996 рік), був двочіповим рішенням. Один чіп, TexelFX, являв собою один простий текстурний блок, що завантажував чотири текселі і виконував білінійну інтерполяцію між ними за один такт. Інший чіп, PixelFX, був простим блоком растеризації (ROP), що виводить один піксель за такт. Також з'явився програмний інтерфейс Glide, який був створений на скорочені й бібліотеці OpenGL і використовувався у Voodoo1 та забезпечував роботу лише з трьохвимірною графікою [13]. Процес утворення 3D зображення показано на рисунку 3.



Рис.4 – 3D конвеєр другого покоління

У Voodoo 2 і 3 був [4] додано другий текстурний блок, що дозволило застосовувати кілька більш складних ефектів, накладаючи до двох текстур на піксель за такт або виконувати трилінійну фільтрацію. Також було додано 2D ядро для обчислення двовимірних операцій. Процес формування 3D зображення показано на рисунку 4. Для інших операцій конвеєру використовувався центральний процесор. В ролі інтерфейсу виступали Direct3D та OpenGL.

Nvidia Riva TNT – [2] відповідь компанії Nvidia на Voodoo. Покращена архітектура дозволяла здійснювати у два рази більше операцій і обчислень, було покращена якість зображення та швидкість обрахунку та створення трьохвимірних сцен, впроваджено нову технологію фільтрації текстур. Новий чіп [2], який має кодову назву NV4, був виготовлений по 350-нм технологічному процесу, містив 7 мільйонів транзисторів, а його частота складала 90 МГц. Як чіп пам'яті використовувалися модулі SDRAM, їх сумарний обсяг становив 16 Мбайт. Частота пам'яті дорівнювала 110 МГц, а ширина шини пам'яті - 128 біт. RIVA TNT підтримувала більше функцій: наприклад, 32-бітний колір і текстури з дозволом 1024x1024 точок. Також відеокарта отримала підтримку технології Twin-Texel, яка дозволяла накладати дві текстури на один піксель за такт в режимі мультитекстурування.

Отже, 1990-і породили велику кількість компаній, що виробляють дискретні відеокарти. Основною інновацією архітектур відеокарт 90-х стала можливість виконання Twin-Texel обчислень на GPU. Крім того, важливим нововведенням стала поява мультитекстурування, що дало можливість накладання в реальному часі карт висот, карт освітлення та інших. Також стало можливим використання 2 ядер (3D та 2D), які дозволили перенести основну масу обчислень графіки на відеокарту.

Відеокарти 2 тисячоліття. NVIDIA GeForce 7800 [3] – справжня революція у архітектурі відеокарт, а саме перехід до уніфікованих потокових вершинних та шейдерних процесорів.

У відеокарті GeForce 7800 реалізовано графічний конвеєр із [3, 9]



використанням вершинних і піксельних (шейдерних) процесорів. Відеокарта має 24 піксельних процесори PS, по одному текстурному блоці на конвеєр, 8 вершинних процесорів і 16 блоків растрових операцій (ROP) (рис. 6). Піксельні процесори згруповано по 4 для обробки квадів. Процесор PS має два векторні АЛП, здатні виконувати 2 різні операції над 4 компонентами та два міні-АЛП (найпростіші скалярні АЛП для виконання простих операцій). Кожний піксельний блок може виконувати інструкції типу MADD (множення/додавання). АЛП 3 використовують для формування оптичних ефектів. АЛП 1 за один такт можна або вибрати одне значення текстури й задіяти другий АЛП 2 для однієї або двох операцій, або використати обидва АЛП, якщо не вибирається текстура. За один такт вершинний процесор може виконати одну векторну операцію, одну скалярну операцію й здійснити один доступ до текстури.

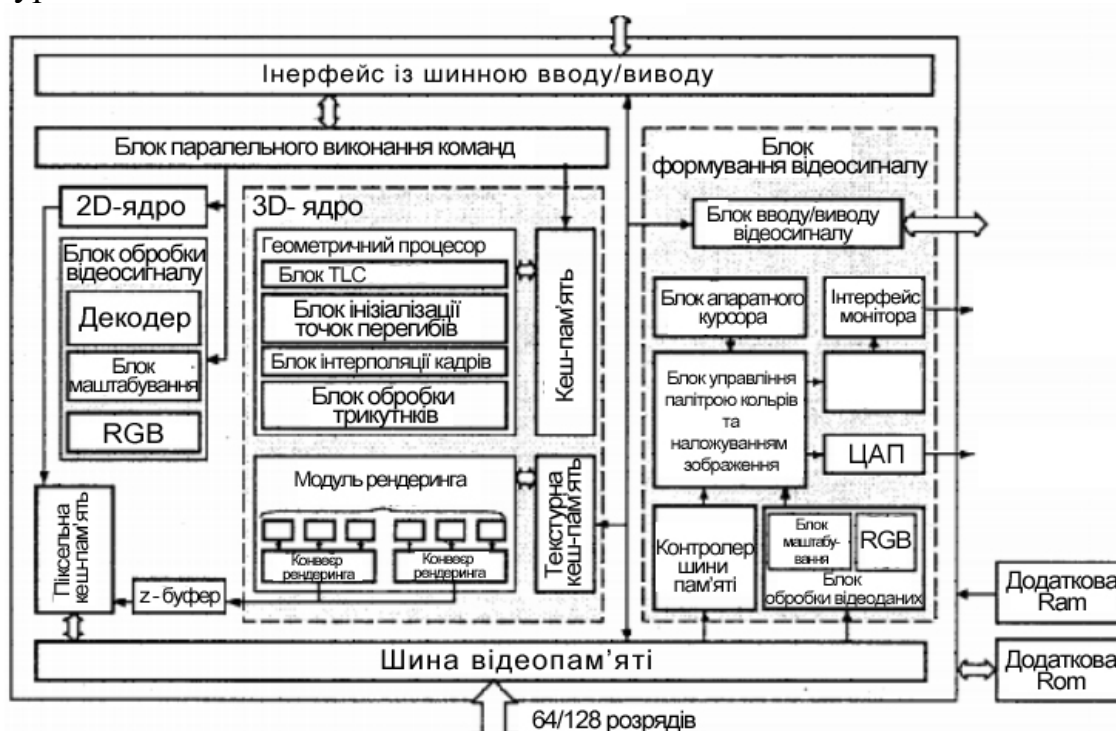


Рис.5 – Архітектура відеокарт 90-х

У відеокарті GeForce 8800 [3] вперше використано уніфіковану шейдерну архітектуру рендерингу, потокове оброблення інформації та новий вид шейдера – геометричний. Чіп (рис. 7) складається з 8 універсальних процесорів, які включають 128 ALU і 32 TMU. Гранулярність виконання складає 8 блоків, кожний з яких може виконувати функції вершинного, піксельного, або геометричного шейдера над блоком із 32 пікселів. Його називають шейдерним процесором. Кожний такий [9] процесор має кеш першого рівня L1, у якому зберігаються текстури й дані, які можуть бути використані шейдерним процесором. Блоки ROP визначають факт видимості, запис у буфер кадру й мультисемплінг. Вони згруповані з контролерами пам'яті, чергами запису та кешем другого рівня L2. Поточкові [8] процесори SP є уніфікованими скалярними процесорами із плаваючою комою, що обробляють не тільки

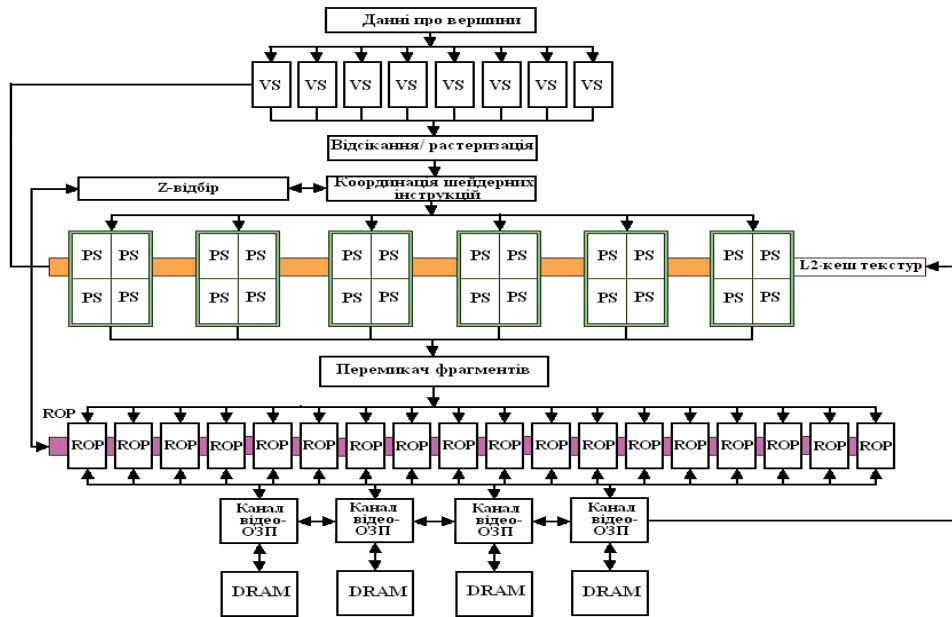


Рис.6 – Архітектура ранніх відеокарт другого тисячоліття

графічні, але й інші дані. Об'єднання SP у кластери дозволяє ефективно використовувати апаратні ресурси відеокарти. Кожний потоковий [6] процесор на основі механізмів керування здатний динамічно перепризначуватися для виконання конвеєрних графічних або інших операцій. Thread Processor керує завантаженням поточкових процесорів. Крім шейдерних блоків і ROP [12] у GeForce 8800 є набір керувальних блоків: Input Assembler приймає вихідні дані з пам'яті системи або локальної пам'яті; Setup/Raster/ZCull – блок [3], що виконує встановлення, растеризацію трикутника на блоки по 32 піксели; блоки, що запускають на виконання програми даних різних форматів: вершинні (Vertex Thread Issue), геометричні (Geometry Thread Issue) і піксельні (Pixel Thread Issue).

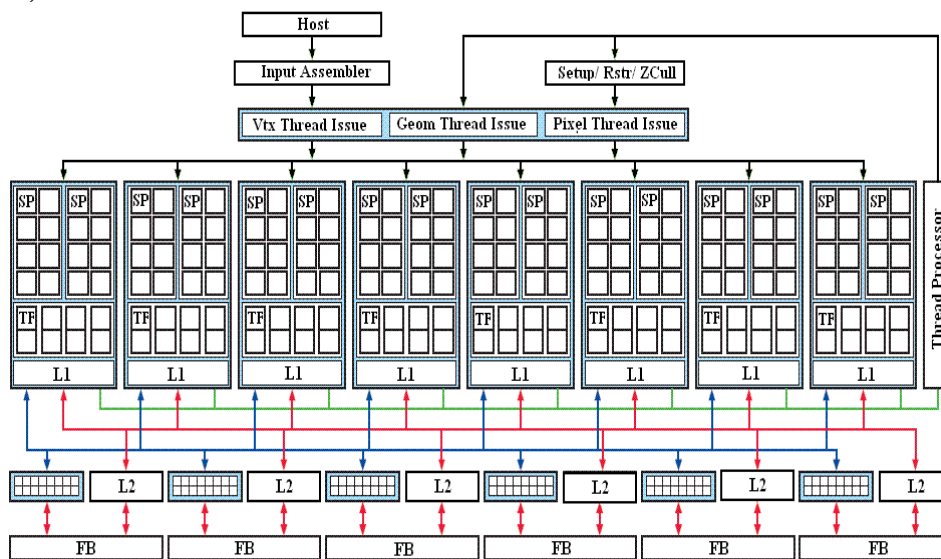


Рис.7 – Архітектура GeForce 8800

Отже, характерними особливостями архітектур відеокарт 2000-х років є перехід на вершинні та шейдерні процесори, з подальшим утворенням



геометричних процесорів, збільшення кількості та швидкості обчислень та покращення якості картинки на виході.

Сучасні архітектури відеокарт. Архітектура CUDA з кодовою назвою «Fermi» [3] (рис. 8) – це одна з найкращих архітектур минулого десятиліття. Більше трьох мільярдів транзисторів і 512 ядер CUDA (поєднання вершинних та шейдерних процесорів у одне ядро) дозволяють архітектурі Fermi забезпечувати суперобчислення і високу продуктивність.

NVIDIA GF100 (GT300) [5] – 40-нм графічний процесор (GPU), розроблений корпорацією NVIDIA, перший представник лінійки GeForce 400. До нововведень чіпа відносяться дію за схемою Multiple Instructions. Регістри АЛП, Multiple Data, підтримка ECC, перехід на 64-розрядні регістри відеопам'яті, підтримка технологій DirectCompute, OpenCL, що дозволяють проводити обчислення на GPU, тому NVIDIA Fermi можна віднести до розряду General-Purpose Graphics Processing Unit. Чіп NVIDIA GF100 має 512 суперскалярної шейдерними процесорами (або ядрами CUDA, як називає їх NVIDIA) і 3 мільярдами транзисторів. За оцінками NVIDIA чіп [5] показує 400% приріст продуктивності в обчисленнях з подвійною точністю в порівнянні з попереднім поколінням продукції компанії.

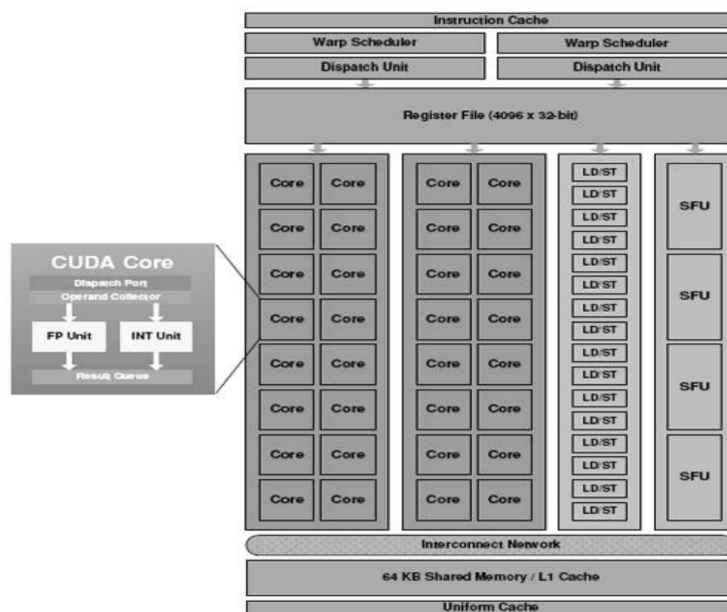


Рис.8 – Архітектура Fermi

Отже, перехід до сучасних відеокарт став можливий із появою ядер CUDA, які контролювали процеси текстуризації, та поточкових мультипроцесорів SM, що дозволили збільшити продуктивність, якість та зменшити енергозатратність.

Нові відеокарти NVIDIA на [2] архітектурі Turing не просто привносять чергове підвищення продуктивності, вони несуть в собі ряд технологічних інновацій і є першими ігровими рішеннями, які підтримують трасування променів в реальному часі.

Нові чіпи використовують кластерну структуру, при цьому кожен такий кластер GPC (Graphics Processing Cluster) містить по 8 або 12 поточкових мультипроцесорів SM. Крім традиційних ядер CUDA було введено нові 2 типа



ядер: RT-ядра для розрахунку трасування променів в реальному часі і тензорні ядра для задач, пов'язаних зі штучним інтелектом. NVIDIA переробила архітектуру поточкових мультипроцесорів (streaming multiprocessors, або SM), і тепер кожен SM складається з 64 ядер CUDA, плюс до них додані 8 тензорних ядер і одне RT-ядро .

В основі нової архітектури лежить 12-нанометровий чіп FFN [2]. Він першим отримав підтримку пам'яті GDDR6 (найбільш швидкісної в світі пам'яті), з 256- та 384- розрядними шинами.

Зменшення точності нейронної системи при використанні INT4 дозволило багатократно пришвидшити обчислення, що є надзвичайно важливим, особливо в процесах визначення логічних висновків при реалізації штучного інтелекту. Архітектура Turing [8] оснащена тензорними ядрами, які можуть забезпечити вищу продуктивність обчислень штучного інтелекту.

Основним нововведенням в архітектурі Turing є апаратна орієнтованість на трасування променів, яка є реалізована в нових RT-ядрах для трасування. Ці процесорні блоки прискорюють перевірку перетину променів, трикутників і маніпуляцій з ієрархіями обмежувальних об'ємів, що є широкоживаною структурою даних для зберігання об'єктів при трасуванні променів. RT-ядра прискорюють розрахунки руху світла та звуку в 3D-середовищі.

Важливі зміни відбулися на рівні мультипроцесорних блоків SM, що мають стандартну структуру в усіх варіантах GPU Turing та дозволяють обчислювати 16 млн. операцій в секунду. Всі обчислювальні блоки всередині SM згруповано в чотири масиви обробки даних із логікою управління, що включає регістри, 1 планувальник на кожні 16 ядер і один порт диспетчера на кожні 16 ядер. При цьому в одному SM наявні 64 поточкових процесори.

Більш досконалою є архітектура [11] Ampere. Завдяки покращеним тензорним та RT ядрам другого покоління, SM мультипроцесорам та збільшеною пропускною здатністю шини даних, ігрові рішення нової архітектури приблизно в півтора рази швидше аналогічних Turing в традиційних завданнях растеризації і до двох разів швидше при трасуванні променів.

Висновок

Проведений аналіз показав, що архітектури відеокарт змінювалися під впливом наукових інновацій. Їхній розвиток вплинув не тільки на архітектуру комп'ютера, а й на розвиток нових індустрій, технологій.



KAPITEL 14 / CHAPTER 14. MEDICAL DATA PROCESSING USING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS

ОБРАБОТКА МЕДИЦИНСКИХ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

DOI: 10.30890/2709-2313.2021-04-04-033

Introduction

According to classical concepts, medical geography is the science of the regularities of the geographical spread of human diseases and the factors that cause these diseases [1, 2]. The focus of any medical-geographic problem is always the environment-health relationship.

The structure of medical geography as a research area that integrates data from many sciences to solve the complex problem of anthropoecological assessment of the quality of the environment in connection with its impact on public health.

An important reason for the development of many diseases, including infectious ones, are unfavorable environmental factors. To obtain reliable data on this issue, it is necessary to organize ecological and analytical monitoring, which is an integral part of the general monitoring of the state of the natural environment. The quality of its implementation largely depends on the effectiveness of the information technology used for this purpose, which allows manipulating an extensive information base. An important circumstance influencing the choice of information technologies corresponding to the goals and objectives of the population study is the exceptional significance of the space-time characteristics for the analysis of various data on the environment and population health. Assessment of medical and environmental factors in space and time should be carried out using standard procedures that allow them to be compared with a variety of data on the terrain, the state of the environment and public health. For this purpose, geographic information systems (GIS) can be successfully applied, which today are actually accepted as a standard software tool in the analysis of spatially distributed data, and which are best suited for collecting and processing information materials both for medical and environmental assessments and for purposes monitoring [3, 4].

The use of GIS technologies in medicine allows specialists of various profiles to obtain valuable data on the mutual influence of various components of these spatial databases. The speed of processing database arrays, the convenience of concentrating all the information layer by layer at one workplace, the clarity of the image of the studied process in dynamics, the reliability due to the use of modern mathematical and statistical apparatus, as well as the ability to predict the process in the presence of a given condition make GIS technologies indispensable, especially sections of epidemiology and hygiene.



14.1. Medical-geographical modeling and environmental quality assessment

New possibilities of using various methods of mathematical and mathematical-cartographic modeling, which are now increasingly used in the practice of medical and geographical research [5, 6], have recently been illustrated by the example of one of the large regional units of the Central Black Earth Region - the Voronezh Region. With the use of factor analysis, the medical-geographical zoning of the region for pulmonary diseases was carried out: pulmonary infarction, pleurisy, pneumonia, pneumosclerosis, lung cancer, tuberculosis. Areas in the form of squares with an area of 900 km² (30 × 30 km) were selected as operational territorial units. The small size of such a square is determined by the required study detailing, statistical representativeness and practical feasibility, since such an area of the territory is most acceptable, for example, for carrying out preventive measures against tuberculosis and other diseases [7, 8].

The typification of territories according to the risk of contracting lung diseases allows health authorities to plan preventive measures in specific focal areas.

Among other promising areas of medical and geographical research, the assessment of the comfort of living conditions of the population is of paramount importance [9, 10]. The comfort of the environment is understood as the degree of its favorableness for the population in places of permanent or short-term residence. The general scheme of such studies is usually reduced to the selection of the leading parameters characterizing the state of the environment, the levels of anthropogenic load on the environment, the medical and demographic situation, as well as their analysis and calculation of integral evaluation criteria.

For the Voronezh region, located in the zone of intense anthropogeogenesis, the task of assessing and modeling the medico-geographical situation is quite relevant. In terms of the sectoral structure of the economy, demographic and socio-ecological infrastructure, the region is typical of the Central Black Earth Region and the center of European Russia. It includes several industrial and agrarian-industrial centers (Voronezh, Borisoglebsky, Liskinsky, Semiluksky, Rossoshansky industrial centers), and about 70% of the territory is plowed up.

Over the past five years, about 78-107 thousand tons of harmful substances from stationary sources and about 280-430 thousand tons from vehicles have been annually entering the region's atmosphere. The volume of contaminated wastewater inflow into open water bodies is about 130-240 million m³ annually, and this figure has a clear tendency to increase.

The deterioration of the health status of the region's population was noted: pulmonary diseases, a significant increase in congenital pathology, infant, oncological causes of mortality. According to the main indicators of the state of the environment and health of the population in the districts of the region, the situation is highly differentiated [11, 12].

The contrasting situation in some geoecological parameters has become the main prerequisite for ranking the regions of the region according to the comfort of living conditions. On the basis of the automatic ranking of the region's districts according to the favorableness of the medical-geographical situation, three gradations



have been identified: 1) unfavorable, 2) satisfactory, 3) relatively favorable situation.

The mathematical-cartographic model reveals the regular distribution of areas with different levels of well-being of the medical and geographical situation. The most tense zone in this respect is located in the northwestern sector of the region and includes Semiluksky, Ostrogzhsky, Khokholsky districts along the right bank of the Don. This result is consistent with the unfavorable nature of the main geocological parameters.

For example, in the last two years in the Semiluksky district, the maximum and close to them levels of anthropogenic load on the atmosphere (about 20-23 tons of emissions from stationary sources per year per 1000 inhabitants), cancer incidence (353-380 cases per 100 thousand inhabitants with a similar regional average of about 266-278 cases),

In recent years, the level of chemicalization has decreased to the average regional indicators, becoming slightly lower, in parallel, the oncological situation has also stabilized [13, 14]. However, due to the inertia of the effects of chemicalization on the population, mortality from malignant neoplasms is still at the maximum level among other districts of the region, exceeding the regional average by 1.6 times. Apparently, this area should be considered as an ecological crisis.

The most prosperous situation is observed in areas gravitating to the southeastern outskirts of the region, primarily in the Petropavlovsk, Verkhnemamon and especially in the Bogucharsk districts, which generally have low indicators of anthropogenic pressures on the environment and low or minimal levels of general, oncological morbidity of the population and infant mortality.

The ranking of the regions of the region according to the comfort of living conditions will require for the corresponding territories the development of a differentiated program for stabilizing the ecological situation with limiting the levels of anthropogenic loads on the environment and the development of the social sphere in areas with unfavorable conditions. Consideration of modern problems of medical geography shows that the rapid pace of development of this science is associated with the effectiveness of an interdisciplinary approach in the study of systems of habitat - public health at the intersection of medicine, ecology and geography.

14.2. Research on the effectiveness of using GIS

Modern geographic information systems (GIS) in epidemiology are completely new computer technologies that provide comprehensive automation of the collection, storage, processing and analysis of epidemiological information with its visualization on electronic maps. As you know, GIS has been developing over the past 30 years, but only recently, in the last 2-3 years, they have become affordable both in price and in the possibilities of their application by ordinary epidemiologists and health professionals. Modern GIS offers all the expanding functionality for solving applied problems related to operational analysis and forecasting of epidemics and epizootics. Epidemiologists today have something to choose from numerous GIS tools that are adapted to summarize the results and procedures of epidemiological analysis of



specific situations, especially in terms of visualizing the analysis results on geographical maps [9,10].

The effectiveness of the use of GIS in epidemiology (including economic) largely depends on a correctly drawn up research plan, on the use of well-established rules for working with GIS, which are compiled in advance in accordance with the specifics of epidemiological or epizootic tasks. Applied GIS stores information about the development of an epidemic (epizootic) situation in a specific territory in the form of a set of thematic layers (population, animals, fauna, roads, rivers, healthcare institutions, sanitary-epidemiological, veterinary services, infrastructure, housing construction, etc.), combined between themselves based on their geographic location. This simple yet highly flexible data integration approach has proven its worth in epidemiology. For example, when tracking the processes of movement of infectious diseases across the territory of the country, according to the movement of "streams" of migrants from the countries-centers of these infections, or according to the movement of "streams" of domestic animals and associated infectious pathology [15, 16].

The use of GIS is especially effective for a detailed display of the current or future picture of the development of an epidemic (epizootic) situation, the impact on it of measures taken by specialists to counteract pathogens, to predict the spread of pathogens at the regional or global level. Epidemic or other service information in a GIS can contain a lot of information about the spatial position of sources of infection, the distribution of epidemic or epizootic forces across the territory with reference to geographic or other coordinates on the map of the territory. GIS can work with two significantly different types of data - vector and raster.

To represent the terrain and other communications, an electronic topographic base is used on the basis of plans of the required scales.

The ability to selectively transfer layers to other users is provided.

Graphic layers are available to all users in viewing mode, and in input and correction mode - only to input operators.

14.3. Modeling an epidemic of lung disease

Prerequisites for modeling. Pulmonary disease is transmitted by airborne droplets and is extremely contagious. The spread of the virus usually does not exceed 2-3 meters. An infected area with a maximum concentration of fine aerosol particles is formed directly around the patient. Particles with a size of 100 microns and more (coarse phase) quickly settle. In direct contact with the source of infection in the infected area, viral particles are aspirated and retained on the epithelium of the respiratory tract of the susceptible organism. The incubation period of the disease (E) averages 2 days, the infectious (febrile) period (Y) lasts 2-4 days, and the disease ends within 8-10 days (Figure 1).

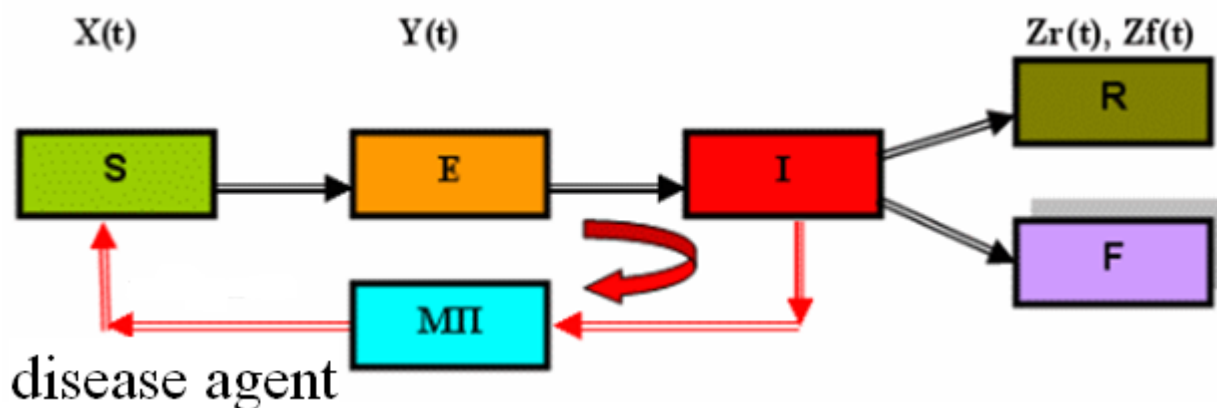


Figure 1 – Scheme of stages-states of development of the epidemic of lung diseases in the region.

P is the population of the territory; S - susceptible; E - in incubation; I - infectious patients; R - have had pulmonary disease; F - died from complications,

MP is an airborne mechanism of transmission of infection. In the course of studying the epidemics of pulmonary diseases of the XXI century, the dependence of the incidence rate of the population with pulmonary diseases on its number was revealed. The highest epidemic morbidity is observed in cities with a population of 1 million people or more, which is 11.3% of all cases of pulmonary diseases in the Voronezh region. In cities with a population of 500 thousand to 1 million people, this figure is 10.9%, and with a population of less than 500 thousand - already 9.7%.

Mathematical model of pulmonary diseases. The model reflects the dynamics of the development of the epidemic among the population of the city with continuous infection of persons due to the airborne mechanism. The relations of this model represent a system of nonlinear integro-differential equations.

14.4. Description of the incidence forecast information system

The information system consists of graphical and attributive databases.

The system presents data sections. The data of the sections are combined into titles, which, in turn, are networked taking into account the topological connection [17-19]. The graphical presentation includes a geographic information system that combines an electronic map and precise trails. As the scale increases, plans appear.

Each object on the map has a description in the attribute database. This description can be quickly obtained by indicating the object on the map. The graphs reflect the process of cases of pulmonary diseases in the districts of the Voronezh region. Obviously, it is advisable to display such an epidemic on a map of the Voronezh region and, with its help, solve the problem of countering the epidemic by means of quarantine measures. Respiratory diseases are one of the most common groups of diseases. In the total morbidity, their share in different years ranges from 53 to 41%. In recent years, the incidence of respiratory diseases has been decreasing.

The ability to predict the process in the presence of a given condition makes GIS technologies indispensable, especially in the sections of epidemiology and hygiene in



various territories. The created map of the Voronezh region, on which you can see data in the form of histograms about the incidence statistics. Also, by changing the data in the database with the statistics of lung diseases, you can see the changes on the map in histograms and in a separate general histogram.

1. Number of susceptible persons $X(t)$ among the city population::

$$dX(t)/dt = -U(0,t) = -\lambda/P(t) * \left[\int Y(\tau,t) d\tau \right] * X(t)$$

with the initial condition: $X(t_0) = (1-\alpha) P(t_0)$.

2. The number of persons in the incubation period of pulmonary diseases:

$$\frac{\partial U(\tau,t)}{\partial \tau} + \frac{\partial U(\tau,t)}{\partial t} = -\gamma(\tau) * U(\tau,t)$$

with the initial condition:

$$X(t_0) = (1 - \alpha) * P(t_0)$$

where:

$U(\tau,t_0)$ - prehistory of the epidemic at its beginning.

3. The number of new cases of lung disease:

$$W(t) = \int \gamma(\tau) * U(\tau,t) d\tau$$

4. The number of people with various clinical forms of pulmonary diseases:

$$\frac{\partial Y(\tau,t)}{\partial \tau} + \frac{\partial Y(\tau,t)}{\partial t} = \gamma(\tau) * U(\tau,t) - \delta(\tau) * Y(\tau,t)$$

with the initial condition:

$$Y(t_0) = \int Y(\tau,t_0) d\tau$$

where: $Y(\tau,t_0)$ - prehistory of the epidemic at its beginning.

5. Number of refractory persons or persons with pulmonary diseases $Z_r(t)$:

$$\frac{dZ_r(t)}{dt} = e * \int \delta(\tau) * Y(\tau,t) d\tau$$

with the initial condition: $Z_r(t_0) = Z_{r0} = P(t_0)$.

6. The number of people who died from complications $Z_f(t)$:

$$\frac{dZ_f(t)}{dt} = (1 - e) * \int \delta(\tau) * Y(\tau,t) d\tau$$

with the initial condition: $Z_f(t_0) = 0$.

7. Boundary conditions of the epidemic (infection process):

$$U(0,t) = \lambda/P(t) * \left[\int Y(\tau,t) d\tau \right];$$

$$Y(0,t) = 0.$$



Conclusion

Modern GIS offers expanding functionality for solving applied problems of epidemiology and epizootology at a relatively low cost. When conducting an epidemiological analysis of the spread of infectious diseases using GIS tools, specialists already have a lot to choose from, especially in terms of visualizing research results on geographical maps. In this case, it is advisable to add mathematical and computer modeling of epidemics or epizootics to GIS, which opens up new possibilities in organizing effective measures to counter emergent infections, especially lung diseases, SARS, bird flu, smallpox, anthrax, hemorrhagic fevers.



KAPITEL 15 / CHAPTER 15.
**IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE CUSTOMS SYSTEM OF
CONTROL AND SECURITY WITH THE HELP OF RADIOELECTRONIC
MODERNIZATION**

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МИТНОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТА БЕЗПЕКИ ЗА
ДОПОМОГОЮ РАДІОЕЛЕКТРОНОЇ МОДЕРНІЗАЦІЇ.**

DOI: 10.30890/2709-2313.2021-04-04-024

Вступ

В умовах сучасної соціально-економічної реальності при вирішенні науково-практичних завдань суспільного облаштування потрібно (на всіх рівнях людського буття) конкретне осмислення динаміки розвитку і вдосконалення принципів реалізації діючих (за професійним їх ознакою) систем галузевої безпеки і контролю. Розгляд такої безпеки в аспекті окремих видів захищеності від ситуативних обставин (включаючи і конкретності політичної обстановки) додатково вимагає створення відповідної системи практичних заходів з вироблення і забезпечення контрзаходів, спрямованих на ліквідацію будь-яких загроз національній та особистій безпеки в сучасному суспільстві. Зокрема, у непростих умовах глобалістики та формування міжнародних економічних відносин, будь-якій державі неможливо обійтися без добре налагодженої державної митної служби (МС), яка спрямована на захист її економічного суверенітету та безпеки.

У відповідності до митної політики і стратегії митної безпеки ЄС у контексті спільної Європейської політики безпеки [1] необхідною умовою ефективності митної служби будь-якої держави є забезпечення дотримання митного Кодексу (МК) цієї держави із залученням сучасних технічних засобів митного контролю (ТЗМК). МК визначає сукупність заходів, що здійснюються з метою забезпечення додержання норм цього Кодексу, законів та інших нормативно-правових актів з питань митної справи та міжнародних договорів, укладених у встановленому законом порядку. Наприклад, базовий принцип митного контролю, – принцип вибіркової, означає, що при проведенні технічного контролю (ТК) митні органи обмежуються лише тими формами митного контролю, які є достатніми для забезпечення дотримання митного законодавства країни. Істотним принципом при реалізації ТК є також принцип неприпустимості заподіяння неправомірного шкоди при проведенні митного контролю.

15.1. Сучасний стан митного контролю

Різноманіття класичних форм митного контролю, їх модернізація та впровадження інноваційних форм дозволяють забезпечувати більш ефективну роботу ТЗМК. При цьому багатокритеріальний результат достовірності ТК, в



основі якого використовують принцип вибіркової, багато в чому залежить від менеджменту ризиків [2] і дієздатності інформаційних систем, технологій та засобів їх забезпечення, котрі, як правило, об'єднуються у вигляді системи управління ризиками (СУР). Розвиток СУР в сучасному світі прийнято розглядати як один з ключових елементів технологічної модернізації, наприклад, в питаннях митного оформлення згідно принципу «єдиного вікна».

У сучасній МС, з метою оптимізації ефективних і надійних способів (сухопутного, водного, повітряного) доставки і переміщення товарів народного споживання через державні кордони своїх країн, впроваджуються нові і удосконалюються класичні методи і алгоритми митного контролю та ТЗМК, які спрямовані на підвищення митної безпеки своєї держави. ТЗМК – це комплекс спеціальних технічних засобів, що застосовуються митними органами безпосередньо в процесі оперативного митного контролю усіх видів об'єктів, які переміщуються через державний кордон з метою виявлення серед них предметів, матеріалів і речовин, заборонених до ввезення і вивезення, або невідповідності декларованому змісту. З їх допомогою реалізують митний огляд (огляд та переогляд) товарів, транспортних засобів комерційного призначення, огляд та переогляд ручної поклажі та багажу, особистий огляд громадян. При цьому очевидно, що процедура огляду та переогляду, наприклад, великогабаритних об'єктів із оптично непрозорими матеріалами дуже складна і неможлива без технічних засобів митного контролю, які повинні бути згідними потребам МС.

15.2. Аналіз останніх досліджень і публікацій митного огляду

Досягненням мети проведення митного огляду є отримання підтвердження відповідності відомостей про характер, походження, стан і кількість товару, що знаходиться під митним контролем, а також про наявність на товарі, транспортному засобі і його вантажних приміщеннях митних пломб, печаток та інших накладених засобів ідентифікації. В результаті митного переогляду, як особливої форми митного контролю, можуть здійснюватися дії аж до розтину як упаковки товару, так і реальних і можливих місць його перебування, порушуючи цілісність обстежуваного транспортного засобу і задекларованого товару з метою знаходження контрабандної продукції. Причому ризик отримання негативного результату, який відображає ступінь ймовірності виникнення ситуацій щодо порушення митного законодавства, виявленого при спільному використанні як системи управління ризиками, так і ТЗМК, повинен бути мінімізований у відповідності зі стратегією спільної Європейської політики безпеки [1]. Всі супутні вимірювання при ТК з використанням сучасних технічних засобів митного контролю повинні бути адекватні нормативним принципам невизначеності вимірювань [3] і реалізовані відповідно до принципу (процедури) достовірності підтвердження відповідності [4].

Процедура підтвердження відповідності властива всім сферам



виробництва, споживання та надання будь-якого виду послуг, або простіше кажучи, продукції людського буття. Принцип достовірності сформульований з позиції оцінки ризику [2,4], який в свою чергу визначається як поєднання ймовірності події та її наслідків з метою прогнозування можливості їх негативних впливів або відхилень від очікуваного результату події. У таких умовах з метою забезпечення ефективності МС використовують безконтактний огляд, який забезпечується технологією рентгеноскопічного дослідження і є, на сьогоднішній день, основою технології виявлення контрабанди.

15.3. Мета дослідження митної системи контролю та безпеки

В розділі розглянуті деякі можливості модернізації ТЗМК (інспекційно-доглядових комплексів - ІДК) з позиції реалізації електромагнітної інтроскопії оптично непрозорих об'єктів шляхом застосовування ближньої та підповерхневої радіолокації, згідно досвіду фізики та радіоелектроніки, спираючись на світовий досвід з управління митними ризиками та на зложені вище базові принципи ТК.

15.4. Митний контроль за допомогою радіоелектронної модернізації

Прийнято вважати, що будь-яке оснащення сучасних, та і технічних засобів, що потенційно розробляються, залежать тільки від професійного відбору ТЗМК та рівня фінансування, тобто з точки зору оптимізації співвідношення ціна / якість. Вельми наочним підтвердженням наведеного твердження є успіхи мюонної радіографії [5]. Мюони - це природні вторинні частки (лептони другого покоління), що народжуються при проходженні космічних променів через атмосферу Землі. Вони мають масу в 207 разів більше ніж їх побратими електрони (лептони першого покоління). Потік мюонів на поверхні Землі становить близько 10000 часток на квадратний метр за хвилину. Цей потік, проходячи через речовину і втрачаючи свою енергію в основному на іонізацію атомів цієї речовини, має високу проникаючу здатність. Максимальна зареєстрована глибина проникнення мюонів становить близько 8600 м в перекладі на загальноприйнятий водний еквівалент, що приблизно відповідає 2 км скельного ґрунту. Саме ці властивості потоків мюонів використовують в інтроскопії. Процес мюонної радіографії аналогічний рентгенівській томографії в медицині, а саме формування «зображення на просвіт» реєструється не на рентгенівську плівку, а на емульсійний трековий або електронний детектор.

Вперше метод космічної променевої радіографії (Muon tomography) був застосований для пошуку пустот в єгипетських пірамідах в 1969 році американським фізиком Луїсом Альваресом [6]. Сучасні тестові експерименти мюонної радіографії на основі емульсійних трекових детекторів дуже переконливо доводять життєздатність такої інтроскопії [7]. Очевидні її



переваги: висока проникаюча здатність, відсутність додаткового променевого навантаження на персонал, на об'єкти дослідження і їх оточення. Навіть є запатентовані способи мюонного радіографічного контролю, в тому числі і великогабаритних вантажів [8-10].

Отже, при наявності фінансових можливостей і відсутність тимчасових обмежень завжди існує реальна можливість виявлення фактично будь-якого фізичного об'єкта з мінімальним рівнем невизначеності вимірювання [3]. На жаль, існує і зворотний бік мюонної радіографії. На даний час немає генераторів (штучних джерел) мюонного випромінювання, та час експозиції проведених ці їх досліджень за мірками митної практики настільки перевищує регламентований, що ніякі пристрої мюонної радіографії, до тих пір поки не з'являться адекватні до тимчасових вимогам митного контролю детектори, не здатні замінити існуючий парк ТЗМК [11,12]. При цьому 70% скануючих пристроїв оперативного неруйнівного митного контролю в світі, засновані на використанні рентгенівського випромінювання, основною метою яких є інтроскопія об'єкта дослідження. Тобто, при огляді вантажів, що перевозяться, здійснюють сканування об'єкта дослідження, використовуючи або гостроспрямоване високоенергетичне випромінювання фотонного типу, створюване за рахунок прискорювача електронів, або застосовуючи власне гамма-випромінювання радіоактивних ізотопів кобальту або цезію (Кобальт 60, Цезій 137). В основі цій інтроскопії лежить принцип, що і вище описаний при мюонній радіографії: маючи більш низькою проникаючою здатністю рентгенівське і гамма випромінювання, в залежності від щільності і атомної структури опромінюючого матеріалу, шляхом свого поширення, яка частково розсіюється, поглинається, але ослаблене, проходить крізь опромінюваний об'єкт, потрапляючи на детекторну систему, яка перетворює це випромінювання в електричний сигнал, пропорційний величині енергетичного рівня вихідного випромінювання з об'єкта обстеження. У той же час в сучасних публікаціях по МК практично відсутні відомості про використання досягнень з області сучасної радіолокації в МС. Перш за все це відноситься до засобів ближньої і підповерхневої радіолокації.

Повертаючись до реальної, на сьогоднішній день митної дійсності, що забезпечує надання митних послуг митними органами з акцентом на мінімізацію причин та умов виникнення ризиків відповідно до міжнародних стандартів, в тому числі і стандарту ISO 31010: 2009, розуміємо, що апріорі необхідно не тільки застосування сучасних ТЗМК, але і повинен бути, забезпечений на високому професійному рівні, якісний відбір обслуговуючого персоналу, враховуючи при цьому багатокритеріальність системи оцінки ефективності митної служби в цілому.

З точки зору технічної оснащеності пропускних пунктів великогабаритних об'єктів митного контролю, що відрізняються значними розмірами, вагою, складом конструкційних матеріалів, підвищеною щільністю завантаження різними видами перевезених в них товарів, то такі пропускні пункти в усьому світі, як правило, оснащені інспекційно-доглядовими комплексами зі спеціальною електронною апаратурою [13,14]. Перш за все таки



ТЗМК зобов'язані відповідати жорстким вимогам радіаційної безпеки і принципу достовірності підтвердження відповідності технічним параметрам обладнання з точки зору міжнародних стандартів. В якості альтернативи рентгенівських ІДК доцільно використовувати радіолокаційні засоби ближньої і підповерхневої радіолокації [15,16]. Особливо це актуально для залізничних перевезень, які використовують піввагони з сипучими оптично непрозорими матеріалами (вугілля, пісок, руда тощо), на демаскуючому фоні яких нескладно реалізувати приховування не задекларованих товарів народного споживання. Крім того, при таких вантажоперевиженнях у вигляді великогабаритних об'єктів завжди існує додаткова можливість перевезення об'єктів наркотичного, вибухової і навіть військового призначення. У таких випадках, оптимізуючи тимчасові та енергетичні ресурси митних служб, очевидна доцільність і розумна фільтрація потоку великогабаритного транспорту в вигляді його попереднього селективного відбору як за типом транспортних засобів, так і за видом вантажу, що перетинають державний кордон країни, - тобто доцільно здійснювати методи попереднього (до штатного використання засобів ІДК) наскрізного митного огляду, використовуючи апробовані способи ближнього радіолокаційного зондування [15] або можливості радарів підповерхневого зондування (георадарів) з використанням надширокосмугових сигналів, здатних поширюватися в середовищах з яскраво вираженим загасанням і дисперсією [16]. В останньому випадку ефективно використовувати, за допомогою програмно-комп'ютерної обробки, просторово-часову структуру вторинного електромагнітного НВЧ поля з метою створення голографічного портрету об'єкту дослідження.

В основі ближньої радіолокації лежить виявлення вторинного випромінювання (ВВ) від неоднорідностей, локалізованих в ближній зоні опромінюваної (первинно падаючої) електромагнітної хвилі НВЧ діапазону, і його (ВВ) подальшої оптимальної обробки з метою вирішення завдань дозволу, вимірювання, або навіть розпізнавання. У найпростішому випадку для знаходження прихованих об'єктів досить рішення тільки задачі виявлення.

У такому випадку, навіть не доцільно використовувати адже режим сканування електромагнітного випромінювання у вигляді якоїсь конкретної діаграми спрямованості (як правило, голчастою), тим самим здешевлюючи сам технічний пристрій.

Тоді, застосовуючи технологію наскрізного контролю при нерухомій антенній системі в процесі реального часу пересування залізничного транспорту, по відмінності (метрологічній невідповідності) вторинного випромінювання від прохідних піввагонів з оптично непрозорим вантажем, нескладно виявити реальні неоднорідності сипучих вантажів. Ці неоднорідності спровокують автоматичну індикацію в аналоговій, в цифровій, в звуковій або у візуальній формі сигналу тривоги. Рівень достовірності тривоги, використовуючи оптимальну фільтрацію, доцільно вибирати по апіорі заданій величині ймовірності правильного виявлення або ймовірності помилкової тривоги. Вибір останніх регламентують в процесі пуско-налагоджувальних випробувань технічного пристрою за контрольними об'єктами у вигляді



каліброваних цілей, наприклад у вигляді сфери, кутових відбивачів, металевих поверхонь різної геометрії і т. п. [15]. Якщо таку модернізацію здійснювати в рамках ІДК, розміщуваних у закритих приміщень типу ангару, то бажано всі виявлені при пуско-налагоджувальних роботах так звані «блискучі точки» нівелювати шляхом використання радіопоглинаючих матеріалів.

Висновки

У представленій роботі використовувався системний підхід до підвищення ефективності митної системи контролю та безпеки за допомогою радіоелектронної модернізації ТЗМК з позиції реалізації електромагнітної інтроскопії оптично непрозорих об'єктів шляхом застосування ближній та під поверхневої радіолокації, згідно досвіду фізики та радіоелектроніки, спираючись на світовий досвід з управління митними ризиками та на зложені вище базові принципи ТК. При цьому, поява сигналу тривоги на попередньому наскрізному огляді при русі вантажного поїзда, як мінімум, буде свідчити про можливу наявність контрабандної продукції, що дозволить рекомендувати виявлений залізничний вагон до більш ретельного митного огляду. Описаний варіант реалізації ТЗМК у вигляді малогабаритного, нескладного і порівняно дешевого радіотехнічного пристрою попереднього експрес-аналізу (калібрування) великогабаритних об'єктів із оптично непрозорими матеріалами, може бути рекомендований в якості подальшої модернізації вже створених і використовуваних ІДК, енергетична база та конструктивні особливості яких в даному випадку не потребують серйозних модифікацій.

Перелік умовних скорочень:

ЄС – європейський союз

МС - митна служба

МК – митний кодекс

ТЗМК - технічні засоби митного контролю

ТК – технічний контроль

СУР - системи управління ризиками

ІДК - інспекційно-доглядовий комплекс

НВЧ – надвисокочастотне випромінювання

ВВ - вторинне випромінювання

**KAPITEL 16 / CHAPTER 16.****THE ROLE OF SAFETY CULTURE IN THE FORMATION OF A PRECAUTIONARY ATTITUDE TO THE THREATS AND RISKS OF THE TRANSPORT PROCESS**

РОЛЬ КУЛЬТУРИ БЕЗПЕКИ В ФОРМУВАННІ ПОПЕРЕДЖУВАЛЬНОГО СТАВЛЕННЯ ДО ЗАГРОЗ І РИЗИКІВ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ

DOI: 10.30890/2709-2313.2021-04-04-022

Введення

Транспорт – це відкрита, складна і цілеспрямована система, яка сприяє неухильному зростанню і вдосконаленню виробництва, систематичному підвищенню добробуту. Культура безпеки набуває все більшого значення у зв'язку з реалізацією стратегічних цілей транспорту, пов'язаних з ростом вантажоперевезень в країні, а також з підвищенням транспортної доступності різноманітних територій для населення. Роль культури безпеки в забезпеченні безпеки транспорту при реалізації стратегії сталого розвитку є вирішальною. Рішення проблеми забезпечення безпеки транспорту – це процес, що забезпечує перехід від існуючого її стану до «бажаного стану» [1-3], тому формування попереджувального ставлення до загроз і ризиків при транспортуванні вантажів і пасажирів є актуальною проблемою.

16.1. Аналіз останніх досліджень і публікацій

Ризик проявляється у всіх сферах діяльності людини, на всіх етапах функціонування і розвитку об'єкта, їхньої взаємодії з навколишнім середовищем і всередині себе. Транспортна галузь не є винятком. Вивченню явища «ризик» присвятили свої роботи багато вчених, серед них Choi T.-M., I.O. Ткаченко, М. Муртонен тощо. В Україні з'являється все більше робіт, присвячених аналізу й оцінці ризику. Серед них можна виділити роботи Л. Маханець, А. Водяника, О. Кружилко, тощо.

Такі науковці, як В. Калькис, О.В. Рябушенко, I.O. Ткаченко, Ю. Коноваленко та Н.Г. Панченко попри зосередженні на методах попередження транспортних ризиків, все таки не пропонують аналіз системи управління ризиком із відокремленням її компонентів, що унеможливило однозначне трактування сутності факторів і джерел транспортних ризиків. Автори прикладних праць у сфері перевезень – Н. Троїцька та А. Галкін – хоч і розглядають перевезення з притаманними їм ризиками, однак не зосереджуються на системі управління транспортним ризиком та ідентифікації ризику зокрема.

Класичною з позиції градації значущості факторів ризику дорожньо-транспортних пригод (ДТП) є матриця Хеддона, в якій виділено три фази ДТП (до її виникнення, в процесі й після) і три групи факторів: особистісні



особливості людини (учасника руху), характеристики транспортного засобу та особливості навколишнього середовища (передусім, стан доріг).

Результати дослідження про управління безпекою на автомобільному транспорті та обслуговування вантажівок опубліковані в роботі А. Яблонські, М. Яблонські, вплив негативних факторів і ризиків на безпеку дорожнього руху розглядають Поліщук В. П., Janno J. і Korrel O. основну увагу приділяють аналізу різних типів ризиків в ланцюзі транспортування небезпечних вантажів, пов'язаних з конкретним учасником, а аналіз безпеки та ризик дорожнього руху наведено у праці Caliendo S. і Genovese G. Культурі безпеки, спілкуванню та керівництву приділяється найбільша увага з боку дослідників, тоді як вивчення випадків, системи навчання та змінна робота мають найменшу кількість досліджень [4].

Слід зазначити, що організація перевезення як вантажів, так і пасажирів, починається з пошуку персоналу для здійснення перевезень у разі наявності власного автопарку, або за його відсутністю – з пошуку аутсорсингових партнерів. На сьогодні дуже важливим є можливість моніторингу попередньої роботи найманих працівників або компаній з метою аналізу ефективності їхньої роботи та попередження виникнення ризиків, джерелами якого можуть бути:

- організаційна структура підприємства;
- надійність і професійність найманих перевізників та водіїв;
- особливості процедури пошуку підрядників та рівень їхньої відповідальності.

Ось чому актуальним є розгляд питання культури безпеки як соціальної установки, що формує попереджувальне ставлення до загроз і ризиків при транспортуванні вантажів і пасажирів. Це вкрай важливо для великих промислових міст, де окрім міського і магістрального транспорту значна доля перевезень виконується транспортом промислових підприємств, на яких формується 90 % всього вантажопотоку країни.

16.2. Функціонально-орієнтована декомпозиція транспорту

Масова автомобілізація країни потребує вирішення комплексу супутніх їй завдань, без яких не може бути забезпечений бажаний економічний ефект і позитивний вплив транспорту на соціальний розвиток суспільства. Число автомобілів на дорогах в усьому світі зростає з кожним роком. Швидке збільшення чисельності автомобільного парку супроводжується зростанням числа постраждалих від дорожньо-транспортних пригод. Відносна небезпека автомобіля перевищує відносну небезпеку повітряного транспорту більш ніж в три рази, а залізничного – в десять разів. На один мільярд пасажиро-кілометрів на автомобільному транспорті приходиться двадцять загиблих, на повітряному – шість, на залізничному – два. У порівнянні з країнами, які займають провідне місце в світовій економіці, в Україні кількість дорожньо-транспортних пригод на тисячу транспортних засобів в 7-10 разів вище, ніж в США, Японії, Німеччині, Франції, Фінляндії та ін. На порядок вище, ніж в перерахованих



країнах, і такий показник тяжкості наслідків ДТП, як число загиблих на 100 постраждалих. Реалізація в США з 1968 року і Японії з 1970 року законів «Про безпеку дорожнього руху» і прийнятих на їх основі національних програм скорочення аварійності дозволила значно скоротити число поранених і загиблих при триваючому збільшенні автопарку. В даний час надання послуг з перевезення вантажів і пасажирів на безпечному рівні, організація внутрішньовиробничих систем, що забезпечують надійну і безпечну експлуатацію автотранспортних засобів, оптимізація структури системи управління в галузі забезпечення безпеки дорожнього руху, організація дорожнього руху і технічного регулювання, розробка методів і способів контролю за роботою автомобільного транспорту – головні напрямки діяльності, що забезпечують безпеку дорожнього руху.

Транспорт – це система, що володіє властивістю самоорганізації і складається з досить великого числа елементів: частин, типів частин, входів і виходів, виконуваних функцій, і крім того система, яка є засобом досягнення мети.

На вирішення проблеми забезпечення безпеки транспорту, в тому числі в Україні, впливають передусім внутрішні обмеження, які стосуються фінансових, трудових і природних ресурсів, цінностей корпоративної соціальної організації, матеріальної і духовної культури [5]. До зовнішніх обмежень в першу чергу відноситься імперативне обмеження, яке зобов'язує зберігати біосферу планети. Основні зовнішні обмеження пов'язані з системними споживачами (покупцями). Сюди входять працівники транспорту, держава, а також організації і приватні особи – споживачі послуг транспорту, що формують попит на види і обсяги перевезень вантажів і пасажирів. Система відображає реальний стан соціально-економічної активності людей, матеріальної і духовної культури суспільства, законотворчої бази держави, ступінь інтеграції її економіки у світовий бізнес-простір.

Як зазначено вище, транспорт розглядається як відкрита, складна і цілеспрямована система, що є засобом досягнення мети, яка має властивість самоорганізації і складається з досить великого числа елементів: частин, типів частин, входів і виходів, виконуваних функцій. Керуючись функціонально-орієнтованим підходом до декомпозиції системи, можна виділити всі процеси, що дають їй можливість існувати відповідно до мети. На макрорівні при описі процесів можна назвати наступні функціонально відокремлені елементи: вхід, процесор, вихід і обмеження (рисунки 1).

Функцією входу є забезпечення системи ресурсами і «цінностями», які надходять в процесор, які необхідні для реалізації процесу в системі. Функція процесора – реалізація процесу, який переводить вхід у вихід згідно мети існування системи. Процесор являє собою центральну, функціонально відокремлену сутність системи. Сам процесор можна поділити на:

- керуючу систему, що виконує соціетальну функцію (соціально-організаційна сфера діяльності);
- систему зв'язку, що виконує інформаційну функцію (сфера забезпечення інформацією процесів управління ресурсами, оперативного управління,

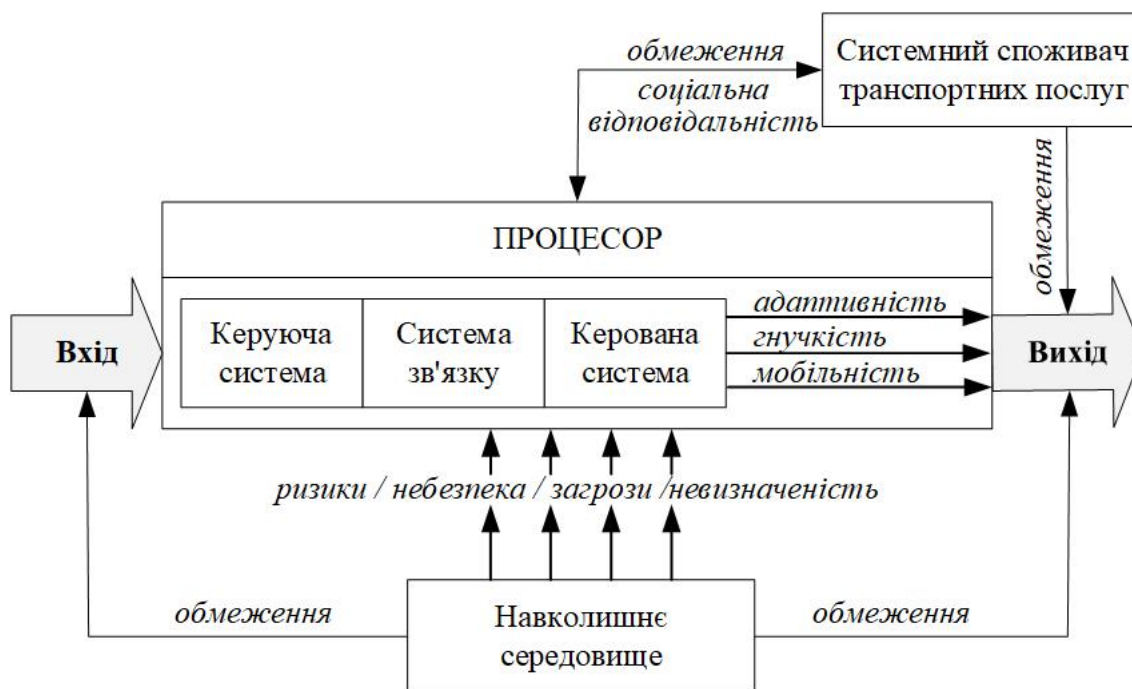


Рисунок 1 – Функціонально-орієнтована декомпозиція транспорту

функціонування природно-технічної системи і визначення стратегічних цілей);

– керовану систему, що виконує екологічну функцію (сфера забезпечення функціонування природно-технічної системи).

Функцією виходу є досягнення мети, створення цінностей корпоративної і матеріальної культури, виконання послуг з перевезення пасажирів і вантажів, так як вихід є результат процесу. Функцією обмеження вважається вплив системного споживача на вхід і процесор системи. Навколишнє середовище надає певний вплив на всі підсистеми транспорту. Виділені функціонально відокремлені елементи транспорту фізично нероздільні і об'єднані потоками прямого і зворотного зв'язку (трудових, інформаційних, фінансових, матеріально-енергетичних та інших ресурсів) в єдине ціле (рисунок 1).

Подальшу декомпозицію функціонально відокремлених елементів системи доцільно проводити на основі об'єктно-орієнтованого підходу. Керуючу – «соціально-організаційну систему» транспорту можна поділити на об'єкти (підсистеми):

– корпоративної організації як безлічі соціально-професійних спільнот людей, підсистем економічних, адміністративних і соціальних відносин між ними;

– корпоративної культури як системи, що включає в себе підсистеми галузевої науки, професійної освіти, корпоративної моралі і етики.

Керовану – «природно-технічну систему» транспорту, в свою чергу, доцільно поділити на об'єкти (підсистеми):

– матеріальної культури як технічної та соціально-побутової інфраструктури, сфери технологій і технічних засобів;

– природного середовища, що складається з природно-антропогенних і



природних екосистем.

Всі виділені макроскопічні підсистеми транспорту не мають чітких кордонів. Але мають область взаємного перетину, в якій може бути виділена людина, яка представляє єдину соціально-духовну і біофізичну істоту, її можна представити у вигляді базового рівня ієрархії по відношенню до досліджуваних підсистем.

16.3. Управлінням залишковим ризиком

Організаційні фактори вважаються частиною ширшої сфери людських факторів, яка пов'язує три аспекти транспортних підприємств, а саме: роботу, людину та організацію та те, як вони впливають на здоров'я та безпеку працівників. Більш широка область людських факторів у контексті соціально-технічних систем залучила багато досліджень за останні три десятиліття. Промисловий досвід та наукові дослідження показали, що організаційні фактори в складних соціально-технічних системах можна розділити на кілька атрибутів, що мають важливе значення для керівництва безпекою та організаційного навчання з подальшим управлінням залишковим ризиком (рисунок 2).

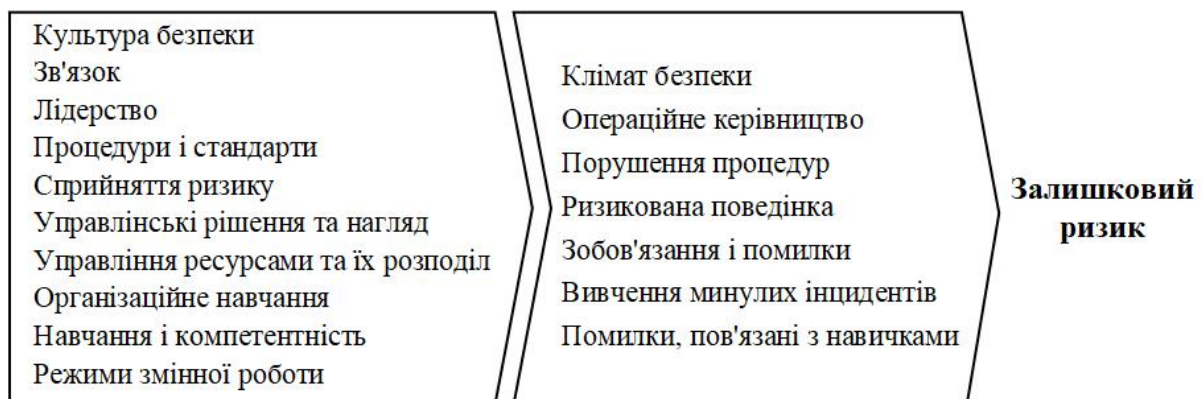


Рисунок 2 – Взаємозв'язок між організаційними факторами та управлінням залишковим ризиком

Залишковий або чистий ризик визначається як рівень ризику, який присутній із усіма визначеними заходами контролю за ризиком. Значна кількість нещасних випадків на транспорті є наслідком залишкового ризику порівняно з властивим ризиком. Тому надзвичайно важливим є вивчення причинно-наслідкових зв'язків у контексті управління залишковим ризиком.

Загальна мета стратегії розвитку транспорту полягає в наданні процесам зростання стійкості, стабільності в мінімізації витрат ресурсів, отримання максимально можливої кількості вироблених цінностей і послуг з перевезення пасажирів і вантажів. Причому сталий розвиток має реалізовуватися таким чином, щоб економічна ефективність, соціальна справедливість і безпеку були об'єднані в триєдиний процес на паритетних засадах і забезпечує задоволення потреб у перевезеннях як нинішнього, так і наступних поколінь країни при



збереженні навколишнього середовища [6, 7]. Певне поєднання внутрішніх і зовнішніх несприятливих обмежень – факторів (загроз) може привести не тільки до виникнення небезпеки недосягнення стратегічної мети, а й породити процеси стагнації, деградації, навіть розпаду системи. У класичному розумінні небезпека (загроза) – це здатність заподіювати яку-небудь шкоду, загроза життю і здоров'ю людини, іншим його цінностям.

Загроза об'єкту – явище або процес, що характеризується певними умовами виникнення і параметрами впливу, здатний за умовами прояву і ступеня небезпеки завдати шкоди об'єкту. Загальноприйнятий підхід до визначення безпеки зазвичай виходить з концепції, що базується на твердженні: «Безпека – стан захищеності життєво важливих інтересів особистості, суспільства і держави від внутрішніх і зовнішніх загроз». При такому підході до визначення безпеки транспорту при реалізації стратегії сталого розвитку виходить, що мають місце два самостійних, відокремлених один від одного виду діяльності – основна (забезпечення функціонування та розвитку транспорту) і додаткова (забезпечення безпеки транспорту). Тим часом безпека транспорту повинна забезпечуватися не тільки за допомогою захисту, але і з урахуванням тенденції інноваційного розвитку, що має бути процесом самопідтримки, що зменшує існуючі загрози і не породжує нові [8]. В цьому випадку сталий розвиток транспорту органічно поєднає в собі завдання забезпечення безпеки, а наявність безпеки транспорту сприятиме сталому розвитку.

16.4. Культура безпеки як соціальна установка необхідного попереджувального ставлення до забезпечення безпеки

Таким чином, забезпечення безпеки об'єкта – технологічний процес (система заходів) з метою обмеження або усунення існуючих та запобігання потенційних загроз, що є органічною частиною загального процесу функціонування і розвитку об'єкта, що реалізується відповідно до прийнятої галузевої стратегією. Функціональна безпека об'єкта – технологічний процес (система заходів), спрямований на обмеження або усунення існуючих та запобігання потенційних загроз, які породжують можливість невиконання або неефективного виконання заданої функції. При такому визначенні система безпеки повинна пронизувати всі сфери діяльності транспорту (функціонально відокремлені елементи) та всі об'єктно-виражені елементи (об'єкти).

Система безпеки транспорту в цілому має ієрархічну структуру. Вищий рівень ієрархії представлений функціональною (ресурсною, соціетальною, інформаційною, екологічною та стратегічною) безпекою транспорту, а нижчий рівень – функціональною (ресурсною, соціально-духовною, інформаційною, біофізичною і стратегічною) безпекою людини. На проміжних рівнях ієрархії, згідно з принципом самоподібності для складних систем [9], також повинна домінувати функціональна (ресурсна, соціетальна, інформаційна, екологічна, стратегічна) безпека об'єкта. Тоді забезпечення безпеки можна розглядати як



діяльність суб'єктів управління щодо обмеження або усунення існуючих та запобігання потенційних загроз об'єкту, вважати виконання такої відповідальної місії органічною частиною загального процесу управління функціонуванням і розвитком транспортної системи. При цьому кожен ієрархічний рівень системи передбачає організацію відповідно до методів і підходів Демінга [10], коли в якості суб'єктів управління виступають керівники різного рівня і працівники транспорту, які беруть безпосередню участь у функціонуванні об'єкта. Цілеспрямований, обережний і відповідний проблемі безпеки вплив людини на об'єкт управління безпосередньо залежить від соціальної установки, схильності суб'єкта сприймати існуючу загрозу певним чином і діяти найбезпечнішим способом щодо об'єкта. Такий підхід до забезпечення безпеки ідентифікується сучасною наукою з поняттям «культура безпеки» [11-13].

ООН в своїй доповіді з нагоди Всесвітнього дня пам'яті жертв дорожньо-транспортних пригод оприлюднив дані про те, що щорічно в результаті дорожньо-транспортних пригод гине близько 1,35 мільйона чоловік. Такі аварії є основною причиною смерті дітей і молодих людей у віці від 5 до 29 років.

Половина всіх випадків смерті в результаті ДТП припадає на пішоходів, мотоциклістів і велосипедистів. Генеральний секретар ООН Антоніу Гутерріш закликав не забувати про ці цифри і, відновлюючи економіку після пандемії, вжити необхідних заходів, щоб забезпечити безпеку дорожнього руху. За його словами, тільки таким чином можна буде домогтися виконання поставленого завдання скоротити наполовину показники смертності і травматизму на дорогах до 2030 року.

«Ключове значення для надання допомоги країнам в усуненні основних причин аварій на дорогах мають Конвенції Організації Об'єднаних Націй з питань безпеки дорожнього руху», - зазначив глава ООН. Він привітав рішення Генеральної Асамблеї проголосити друге Десятиліття дій по забезпеченню безпеки дорожнього руху (2021-2030 роки), а також закликав підтримати зусилля його Спеціального посланника з безпеки дорожнього руху та діяльність відповідного Фонду ООН.

Таким чином, ООН поставив для людства завдання переосмислення способів пересування в усьому світі і зробити так, щоб вони були безпечними, недорогими, доступними і екологічними для всіх жителів Землі.

Культура безпеки як соціальна установка необхідного попереджувального ставлення до забезпечення безпеки являє собою єдність трьох традиційних компонентів: емоційного, когнітивного і поведінкового. Суб'єктами культури безпеки є всі учасники перевізного процесу, працівники транспорту і кінцеві користувачі його послуг, в тому числі і пасажери. Формування і розвиток культури безпеки повинні забезпечуватися системою управління, організованою відповідно до циклу Демінга PDCA (Plan-Do-Check-Act). Цей цикл містить послідовність «планування – дія – перевірка – коригування», а також враховує реалізацією принципу пріоритетності безпеки на всіх рівнях управління та прихильність цінностям культури безпеки. Емоційний компонент культури безпеки відображає критичне, насторожене ставлення її суб'єкта до виконання



професійних та інших завдань, почуття «здорового страху», інстинктивне відчуття потенційної небезпеки.

Отже, культура безпеки – це спільні відношення, цінності, погляди та поведінка стосовно безпеки та різноманітних загроз.

Кожен співробітник робить свій внесок в культуру безпеки організації, а ефективна система управління безпекою включає в себе як участь керівництва, так і персоналу. Філософія системи управління безпекою вимагає, щоб у структурі управління підприємства зберігалася відповідальність і підзвітність з питань безпеки. Врешті-решт, саме вище керівництво несе остаточну відповідальність за безпеку та інші аспекти діяльності підприємства. Підхід системи управління безпекою гарантує те, що повноваження завжди передбачають відповідальність.

На великих промислових підприємствах, особливо в металургійній галузі, підприємства якої мають значний парк транспортних засобів (близько 450 одиниць, середня відстань перевезень по території підприємства становить – 3 км, за межами підприємства – до 300 км), діяльність з управління безпекою в деяких відділах більш помітна, ніж в інших, але система має бути інтегрована в «реальний стан справ» усієї установи. Це досягається шляхом впровадження і постійної підтримки послідовної політики безпеки і, відповідно, добре розроблених процедур. Поняття, яке Джеймс Різон [14] визначає як розуміння належної культури безпеки, виділяє п'ять важливих аспектів:

1) культура поінформованості – організація збирає інформацію про нещасні випадки та інциденти, а також здійснює активні заходи протидії, проводячи перевірки стану безпеки і огляди загальних умов дотримання безпеки;

2) культура звітування – всі співробітники повідомляють про свої помилки та загрозові ситуації, а також беруть участь в опитуваннях про культуру безпеки тощо;

3) культура справедливості – організація підтримує атмосферу довіри, заохочуючи свої х співробітників до надання інформації про помилки та інциденти, та переконуючи ї х у своєму справедливому ставленні щодо будь-яких вчинених ними помилок;

4) культура гнучкості – організація має можливість змінювати свої методи;

5) культура навчання – організація робить висновки з повідомлень про інциденти, аудитів безпеки, що призводить до підвищення рівня безпеки.

В якості прикладу можливо навести ситуації, які трапились на одному з металургійних підприємств міста Маріуполя. Зіткнення маневрового локомотиву з вантажівкою, внаслідок того що водій вантажівки не дотримував швидкісний режим і не зреагував на переїзну сигналізацію, в результаті вискочив на залізничну колію, по якій рухався маневровий локомотив (резервом). Завдяки реакції машиніста локомотиву, та тому що локомотив рухався без вагонів і довжина гальмового шляху була не великою, травм на місці аварії не трапилось. Ще одна ситуація впродовж того ж періоду спостережень трапилась також в зв'язку з недотриманням швидкісного режиму, коли водій автомобіля «Volvo» для перевезення бетону, не врахувавши



особливості вантажу (рідкий цемент) допустив перекид транспортного засобу та вилив вантажу. Ці приклади демонструють порушення в ланці «дія» ланцюгу PDCA.

Такий компонент як безпека, цілеспрямовано формується і підтримується за рахунок сукупності зовнішніх засобів і способів (технічних, організаційних, ергономічних, педагогічних, психологічних), широкого використання принципу обережності, випереджаючого прийняття ефективних заходів в питаннях безпеки, попередження надзвичайних ситуацій, особливо екологічних катастроф.

Висновки

Культура безпеки як соціальна установка належного попереджувального відношення до забезпечення безпеки являє собою єдність трьох традиційних компонентів: емоційного, когнітивного і конативного (поведінкового). Суб'єктами культури безпеки є всі учасники перевізного процесу, працівники транспорту і кінцеві користувачі його послуг, в тому числі і пасажери. Формування і розвиток культури безпеки повинні забезпечуватися системою управління, організованої відповідно до циклу Демінга, а також реалізацією принципу пріоритетності безпеки на всіх рівнях управління, прихильністю цінностям культури безпеки.

Важливо направити наступні дослідження причин аварій в транспортному секторі в бік управління залишковими ризиками, оскільки це може поліпшити загальну культуру безпеки підприємств і компаній, що призведе до меншої кількості ризиків на транспорті.



KAPITEL 17 / CHAPTER 17. PROBLEMS AND PERSPECTIVES OF DEVELOPMENT IN TRANSPORT SECTOR OF UKRAINE

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ УКРАИНЫ

DOI: 10.30890/2709-2313.2021-04-04-067

Introduction

Ukraine is situated in important geographical location, which makes it a key transportation hub between Europe, Asia and the Middle East. Thus, numerous international transport corridors run through the territory of Ukraine. Pan-European transport corridors link Ukrainian ports in Odessa region with Germany and connect Russia and Finland, Estonia, Latvia and Lithuania with Greece. Baltic – Black Sea Transport Corridor connects the port cities of Gdansk in Poland and Odessa region ports Chornomorsk and Yuzhnyi in Ukraine. Black Sea Transport Circle connects all the Black Sea Region Countries by the land. TRACECA Corridor or Trans-Caspian Corridor connects Ukraine with one of six trade routes of the Chinese “One Road One Belt” economic initiative, also known as the New Silk Route.

In November 2017, Ukraine joined the European transport network TEN-T which means that the transport infrastructure of Ukraine should become a part of EU infrastructure. And as a result - speed, quality, safety of multimodal transportation should be carried out according to European standards.

PanEuropean Transit Corridor № 7 following the Danube River is linked to Ukraine through the Ukrainian ports of Izmail and Reni. At present, the length of national rail transit corridors of Ukraine is 3162 km. Moreover, transport along with the international transit TRACECA (Transport Corridor Europe-Caucasus Asia) corridor continues further development.

17.1. Role of the transport in economy of the Ukraine

The transport sector is an important part of Ukrainian economy. The transport sector of Ukraine accounts for 6.4% of the country's GDP and 7% of total employment. GDP generated by transport in 2019 increased by 16.5% to 7.2 billion USD. The cargo turnover has increased on all types of cargo transportation, indicating the revival of the economy and the active use of logistical capabilities of the country. In 2019, freight turnover increased by 5.8% up to 343057.1 million ton-km. In absolute terms, the total volume of freight carried in 2018 amounted to 635.9 million tons, which is by 1.8% more than in 2018.

Ukrainian ports are responsible for more than 40% of export and import operations of foreign trade. The use of waterways for the delivery of cargo has many advantages, since it is more environmentally friendly and more economically efficient than other modes of transportation.

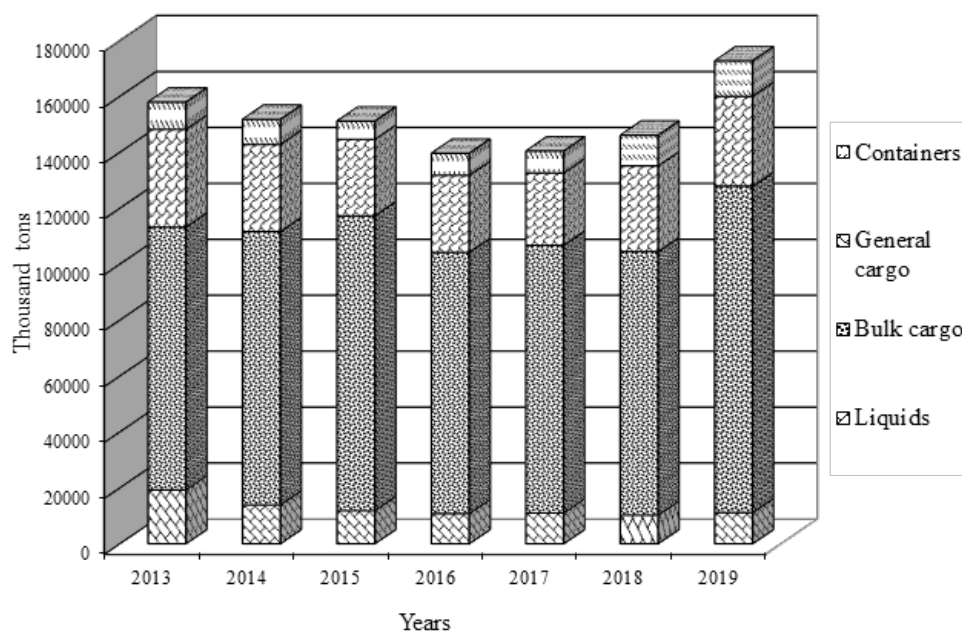


Fig. 1. Total cargo turnover in the seaports of Ukraine

Ukraine has an advantageous geographical position and located at the intersection of transit corridors. As a result of the changes of geopolitical and geo-economic situation, reorientation of cargo flows, changes in cargo-mix, the Seaports Development Strategy until 2038 was updated. The strategy is aimed at improving service in seaports, balancing development of terminal and basic infrastructure, creating conditions for attracting private investments, and transiting to the landlord-port management model. In particular, the number of projects to be implemented by investors in seaports until 2038 is about 44, their total capacity is expected at 143 million tons and 1.4 million TEUs, while the total cost of projects is almost 1.4 billion USD. Implementation of the Strategy will lead to creation of up to 5 thousand jobs in the port sector.

Ukrainian ports are planning to reach 184 million tons per year or even 246 million tons – according to optimistic scenario. Moreover, four concession projects have been announced for stevedoring company «Olvia», Kherson Commercial Sea Port, railway-ferry complex of Chornomorsk Commercial Sea Port, and also Yuzhny Commercial Sea Port.

Ukraine possesses port potential of 13 merchant seaports in Black and Azov Seas: Reni, Izmail, Ust-Dunaisk, BelgorodDnestrovskiy, Chornomorsk, Odessa, Yuzhniy, Mykolayiv, Olvia, Kherson, Skadovsk, Berdyansk and Mariupol with 263 berths (over 40 km length). The total handling capacity is 149 million tons of mixed and bulk cargoes, 42 million tons of liquid cargoes, 40 million tons of container cargoes (3.5 million twenty-foot equivalent units), and 1 million passengers.

The largest ports among them are Odessa, Chornomorsk and Yuzhniy. These three ports alone totally account for 63% of the entire cargo turnover in Ukrainian merchant seaports. These ports offer the best approach ways (drafts of vessels accommodated are 11.5 – 19.0 m). The other ports in Ukraine can accommodate ships with considerably less draft. The major container terminals in Ukraine are also located in the ports of Odessa, Chornomorsk and Yuzhniy.

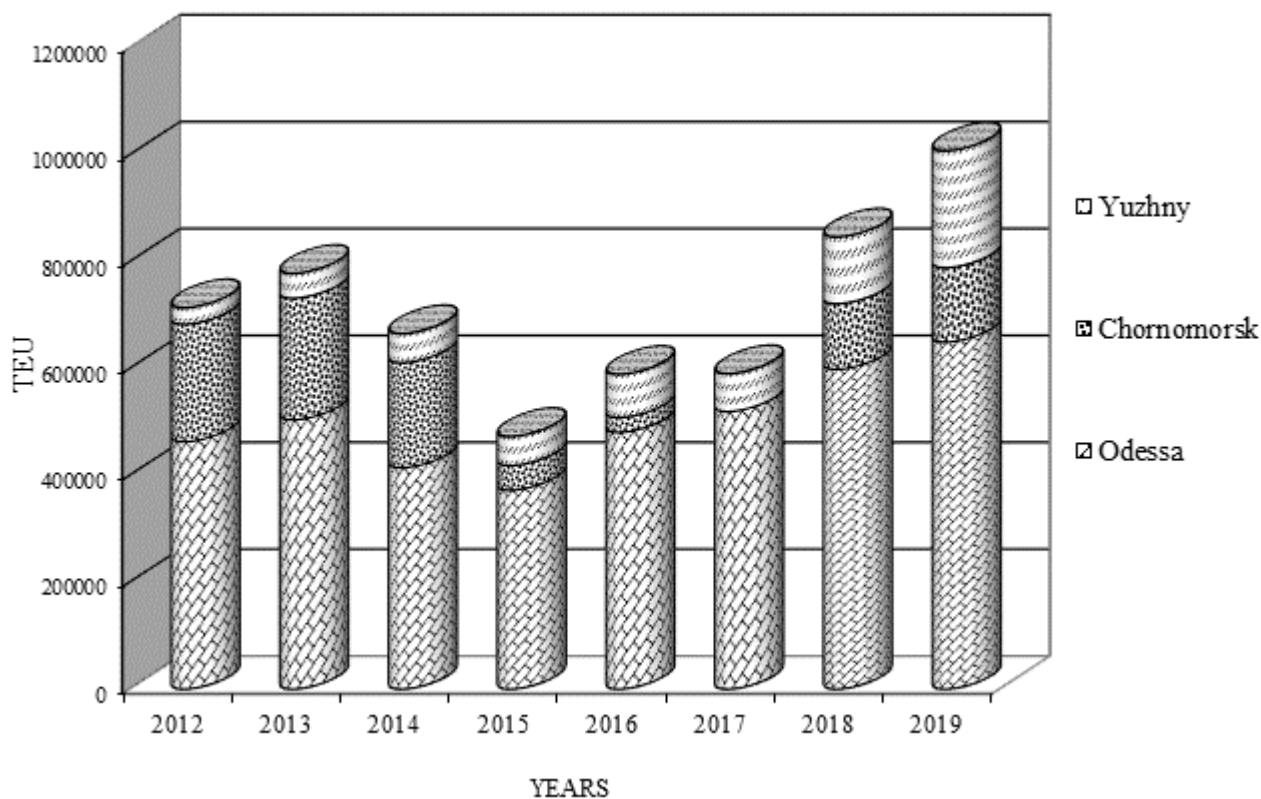


Fig. 2. Container turnover in the biggest sea ports of Ukraine

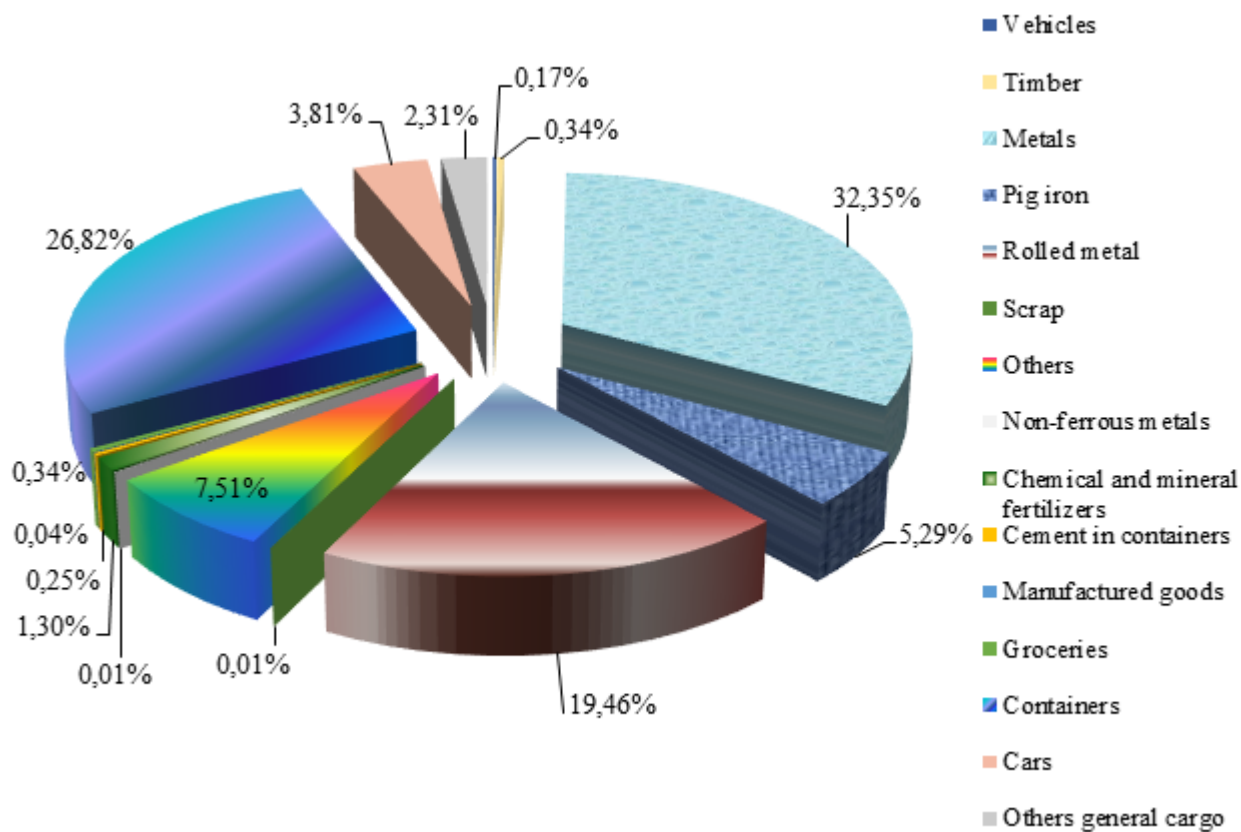


Fig. 3. Structure of general cargoes in seaports of Ukraine

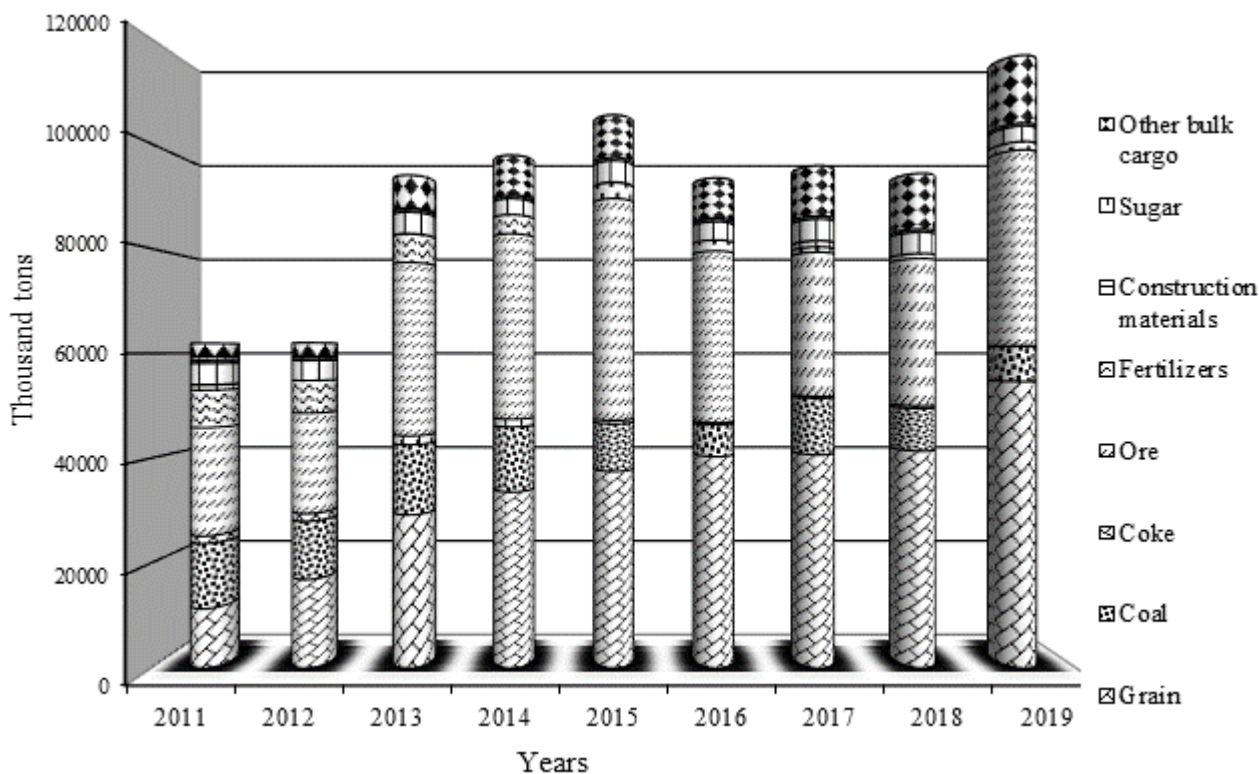


Fig. 4. Structure of bulk cargo handling in seaports of Ukraine

At the mouths of the largest Ukrainian rivers, the Dnipro and Yuzhniy Bug, there is another cluster of merchant seaports, namely Mykolayiv, Kherson, Olvia, which handle both bulk and general cargoes.

17.2 Current state of Ukrainian ports

The main problems of Ukrainian river and seaports - outdated technologies and poor condition of port infrastructure. But nevertheless, the situation is slowly changing. As a result of the maritime industry reform, in 2013 The Ukrainian Sea Ports Administration (USPA) was found in order to perform effective management of the state property in the river and seaports, create mechanisms to attract investments in the port infrastructure for its further development. There are other tasks of the USPA, like maintenance of the passport depths of the ports' water area and ensuring safety of navigation. In 2018 USPA invested 4.3 billion UAH for the reconstruction of critical seaport infrastructure, mostly dredging and berths repairing.

According to European Bank for Reconstruction and Development (EBRD), the port sector of Ukraine looks promising in terms of using concession contracts, it is developing dynamically, and there is a considerable interest from the private sector.

Port charges make up on average 20-50 % of the total port costs for key Ukraine's commodities. Regardless of the 20% reduction of the port charges started from January 1st, 2018, Ukraine's logistics is at this moment much more expensive and complicated by international standards. Among other things, the costs of moving grain from Ukrainian farms to the Black Sea ports are approximately 40% higher than



costs for comparable logistics in France and Germany, and 30% higher than costs in the United States. Port costs seem to be especially high in Ukraine compared to its competitors. Grain traders, for example, incur significantly higher costs at ports compared to their competitors in the EU and US.

There is a large body of evidence that Ukraine’s port tariffs systems and price differ from comparable ports elsewhere in the world. According to the main container shipping lines information, Ukrainian port authority tariffs are very high by international standards. An example of port costs based on a typical container ship’s itinerary in the region concludes that Ukraine’s tariffs are over 2.5 times as high as the average for six other ports in the region.

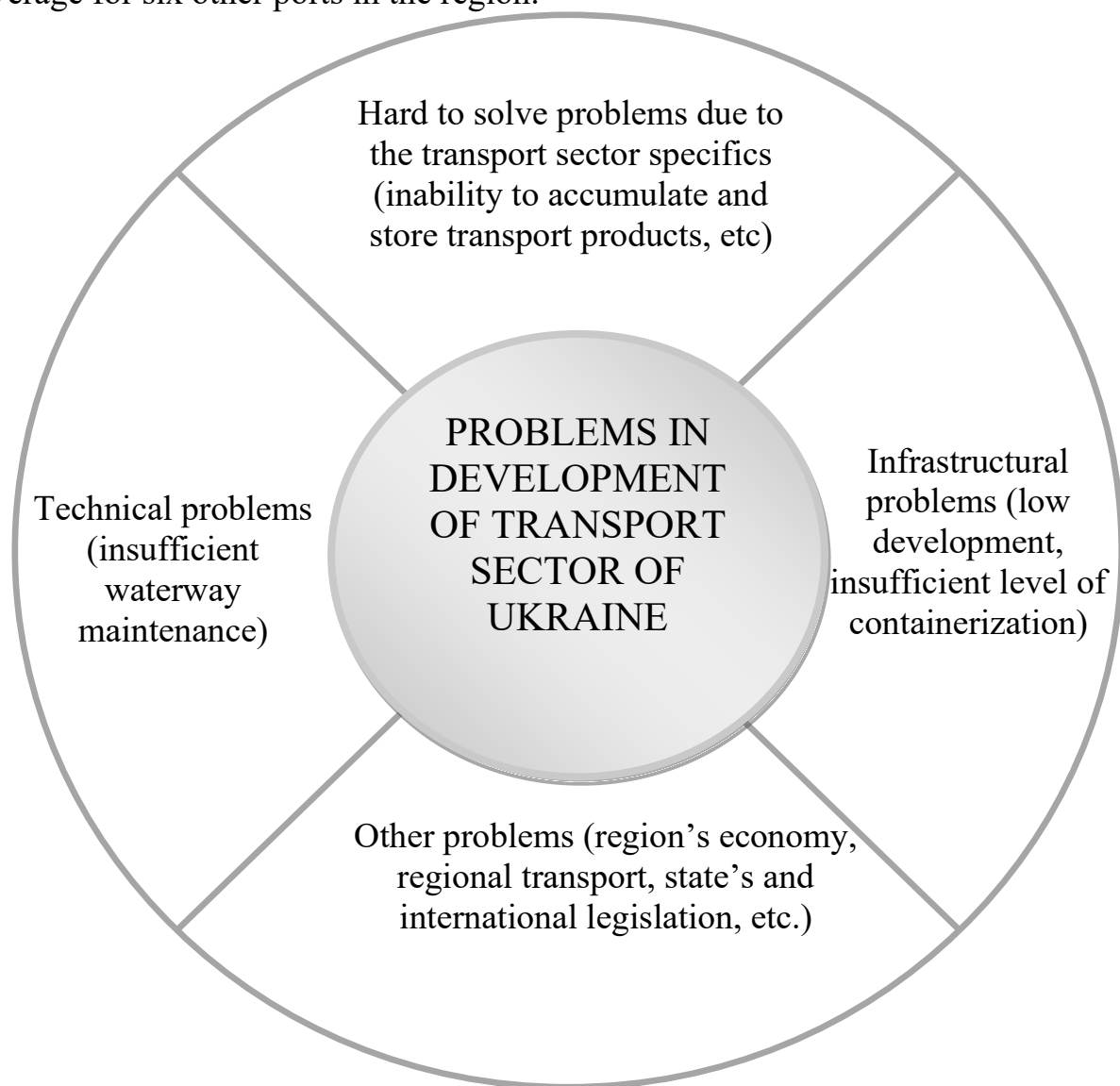


Fig. 5. Focus problems

Cargo handling expenditures are market based in Ukraine and the government has little leverage to influence them in the short run. Grain port terminal capacities increased from 32 million tons to nearly 52 million tons over the last 5 years and cargo handling prices decreased from 17-18 USD/t two years ago to 11-13 USD/t today. Port charges, on the contrary to cargo handling prices, are established and



regulated by the Ministry of Infrastructure of Ukraine and this is where the government can improve export/import logistics costs via revising of its port charges and making them competitive with the ports elsewhere in the region and in competing destinations.

17.3 Ukrainian inner waterways

Ukraine also possesses high potential navigable rivers - over 4 000 km, but less than 10% of its river freight transport capacity is actually used, with inland waterways accounting for less than 1% of total freight traffic, compared to an average of 7% in the EU.

Two main rivers are Dnipro, 1205 km (Waterway E40 according to UNECE classification) and Danube, 160 km (Waterway E80, E 80-09 according to UNECE classification), are among TOP-5 biggest inland waterways in Europe. However, since 1991, length of river waterways decreased almost twice, while the density of river shipping routes reduced 1.75 times; intensity of freight transport - in 4.3 times, and passenger transportation - 7.5 times.

Thus, at this moment the total length of Ukrainian navigable inner waterway equaled to 1563 km. Key IWW arteries that are operated now include Dnipro river (Kyiv and Kaniv sections for cabotage and Zaporizhzhia/Dnipro-Kherson section for river-sea transport), Yuzhniy Bug river (Mykolayiv-Nova Odessa section) and Danube river.

The capacity of IWW is limited by the capacity of the navigable water along key river arteries. For Dnipro river the controlling depth indicator varies from 1.9 m to 3.5 m and for Yuzhniy Bug river – up to 2.2 m.

From almost 60 mln tons of river transshipment in 1990, the share of transportation by inland waterways in Ukraine nowadays is less than 1% of the total transportation volume, while the average rate in the EU countries is 7% (Germany – 12.6%, Romania – 20.7%, Hungary – 4.2%). Key cargo is grain and other agro products, metals and chemicals.

River ports and terminals capacity can potentially provide for transporting and processing of up to 50 million tons of cargo. Major port infrastructure belongs to private companies (Ukrriichflot, Nibulon and Germes-Traiding).

Conclusion

As the result of the analysis, conclusions can be drawn as presented in the figures and below in the text.

The main problems Ukrainian transport sector are:

1) Serious lack of regular water and land communications with other European countries.

2) The loss of transit from Russian Federation and the lack of a full-fledged replacement over the past 7 years has led to an unsatisfactory state of the ports,



primarily from the point of view of the technical base. In fact, ports are using less portion of their potential.

3) Outdated transport infrastructure and lack of innovations leads to insufficient level of containerization and as a result – inability to attract more potential cargo flows to river and seaports in order to participate in international intermodal cargo carriages on sufficient level.

4) Insufficient and ineffective infrastructure and waterways maintenance decrease existing transport potential.

5) Economical problems, tense political state, unjustified port tariffs system create even less favorable environment to solve abovementioned problems.

All these problems do not allow Ukraine to fully benefit from the participation in international transport corridors, that run through it's territory.

However, these problems have solutions and within the cooperation between Ukraine and Europe may be eliminated in future.

This is why a comprehensive analysis of Ukrainian transport capabilities is required. This will include thorough monitoring of numerous factors, which have an influence on the transport sector of Ukraine. Detailed decomposition of this process in presented at fig. 6.

Ukraine has the necessary cargo base (export and transit) in order to ensure supplies to the countries within the international corridors.

Export for this purposes includes grain, metal, mineral fertilizers. Transit - cargoes of New Silk Road (in containers).

Availability of repaired Odessa-Reni highway provides an opportunity for uninterrupted delivery of goods by road from the ports of Odessa, Chornomorsk, Yuzhny. Thus, there are all conditions for the movement of goods from Southeast Asia, Israel, Turkey, which come to the indicated ports, to the ports of Izmail, Reni and further along the Danube.

In addition, the authorities of the Odessa region are considering a project for the construction of a new route Odessa-Reni, which will expand the volume of cargo transportation in this direction and reduce their time.

There is also another proposal that is aimed at eliminating the problems with the cargo base of the ports of Reni, Izmail - the creation of industrial parks in the territories of these ports or territories adjacent to them. This will create an additional impulse for the development of these ports and cargo flows directed to/from Western Europe.

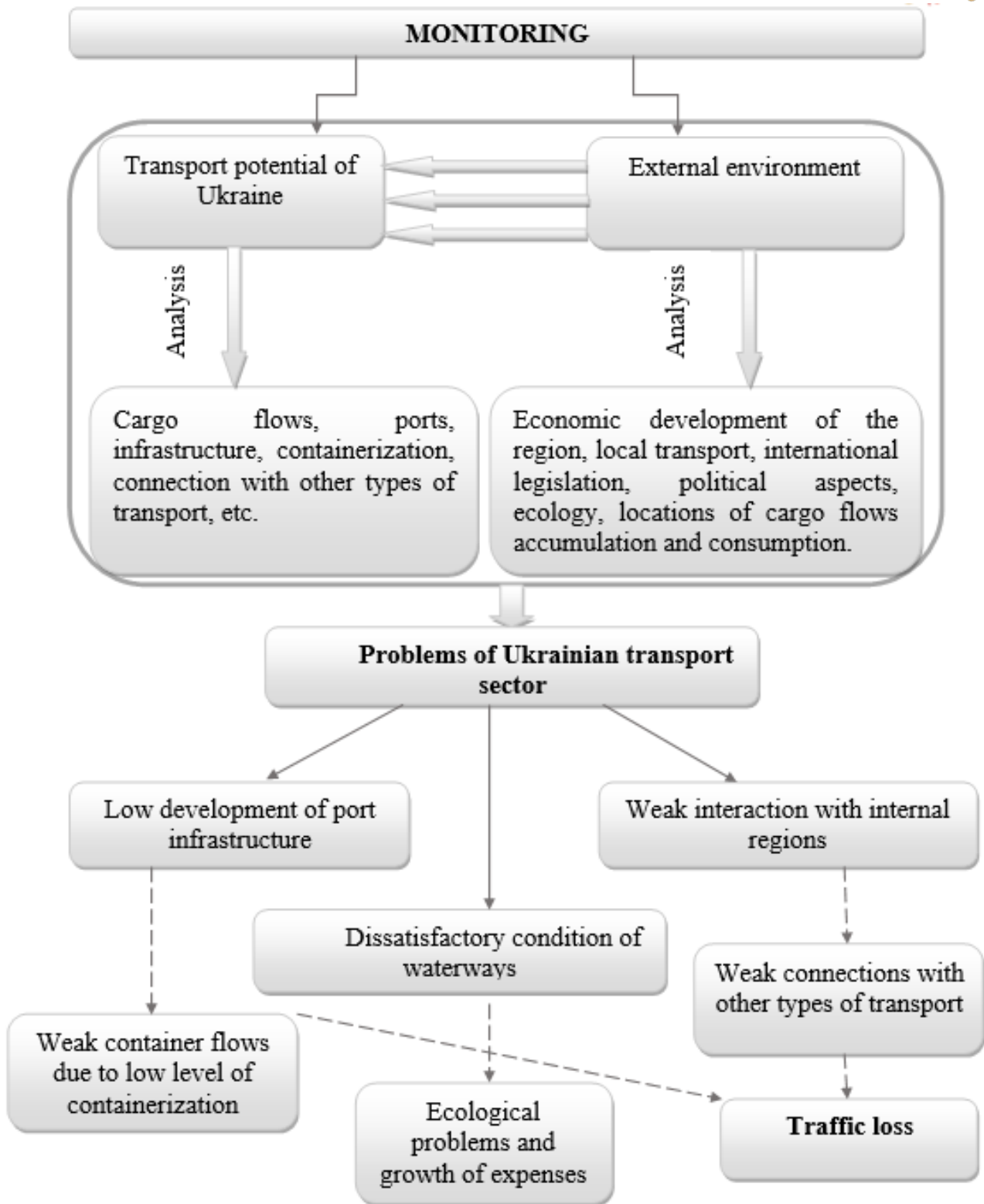


Fig. 6. Decomposition of the problems



KAPITEL 18 / CHAPTER 18. COMPREHENSIVE RECONSTRUCTION OF THE CITY AS A FORM OF ITS EXISTENCE

КОМПЛЕКСНА РЕКОНСТРУКЦІЯ МІСТА ЯК ФОРМА ЙОГО ІСНУВАННЯ

DOI: 10.30890/2709-2313.2021-04-04-016

Введення

Проблемі реалізації реконструктивної діяльності в умовах розвитку міської системи приділено достатньо багато уваги в літературі минулих років з містобудування та архітектури, але, як правило, в більшості випадків, розглядалися окремі аспекти проблеми – історико-архітектурні [1, 2], будівельно-технічні [3, 4], інженерного забезпечення [5, 6], економічні [7, 8], планування і забудови окремих структурно-планувальних утворень [9, 10, 11].

Розуміння реконструкції як комплексу заходів щодо містобудівного перетворення, а, тим більше, як обов'язкової умови поступального розвитку міста і вдосконалення структури й функціональних якостей обмежувалася, в більшості своїй, вузькопрактичними аспектами цієї проблеми. З позиції ж теоретичного осмислення цілей, завдань і методів реконструкції як явища, яке підпорядковується загальним закономірностям функціонування складних систем, що розвиваються, ця проблема підлягала розгляду в дуже обмеженому числі робіт, недостатніх для формування базису розробки комплексних програм і проектів реконструкції міста. При комплексній реконструкції роботи загального напрямку можна розглядати як певну теоретичну основу при взаємно ув'язці рішень ряду специфічних проблем міста. Однак, це створює певні труднощі при практичному застосуванні, оскільки, як правило, проблеми реконструкції та їх вирішення розглядаються в рамках вузьких тематик.

В сучасній практиці реконструкція не розглядалася як закономірна частина етапів розвитку міста в тій чи іншій фазі, а як локальний захід (відгук) на той чи інший виклик (конфлікт), який виник у процесі функціонування або експлуатації міських підсистем, включаючи й соціальну сферу.

Це робить необхідним проведення досліджень, покликаних розширити теоретико-методологічну базу реконструктивної діяльності та співвіднести інтереси планувального розвитку міста з уявленням про реконструкцію міських систем і міста в цілому з урахуванням комплексу передумов його розвитку.

Відомо визначення міста як складної соціотехнічної системи. Воно впливає не тільки з факту формування міської системи як сукупності великої кількості різних функціональних підсистем. Особливістю цієї системи є факт взаємозв'язку підсистем, кожна з яких не може забезпечити стабільне існування міста в необхідних параметрах без участі інших. Не тільки стабільне існування, а й розвиток міста також визначається саме взаємодією підсистем, коли динаміка кожної з них залежить від функціонально сполучених з нею інших.

Розглянемо деякі аспекти взаємодії реконструкції й нового будівництва як різновидів містобудівної діяльності на різних етапах розвитку міської системи.



18.1. Фази розвитку міста

Поселення, виникаючи в певний період і в певній точці простору, протягом часу в процесі свого історичного існування поступово перетворюється з невеликої групи будівель на велике місто. Формування умов проживання в поселенні як своєрідне відбиття та наслідок поступового розвитку міської матеріально-речовинної інфраструктури, не завжди відбувається рівномірними темпами, зазнаючи або стрімкого зростання, або тривалого уповільнення.

Можна виділити кілька характерних періодів існування міста, що створюють його «життєвий цикл» від виникнення (період А), через тривалий період існування (період Б.) і до, можливого в окремих випадках, фіналу свого існування – зникнення або загибелі (період В) в системі населених місць (див. Рисунок 1) [12, 13]:

Весь життєвий цикл міста відбувається під впливом зовнішніх та внутрішніх факторів і умов, та супроводжується, а точніше, забезпечується містобудівною діяльністю, яка має дві основні складові – нове будівництво і реконструкцію або оновлення раніше створених основних фондів у вигляді будівель і споруд, мережі вулиць, доріг і інженерних комунікацій та, відповідно, всіх функціональних підсистем матеріальної та соціальної інфраструктури, що забезпечують належний рівень життєдіяльності населення. Мова йде про адаптацію міста як складної соціотехнічної системи (в сучасній термінології) до умов його існування, що історично змінюються, його самоорганізації.

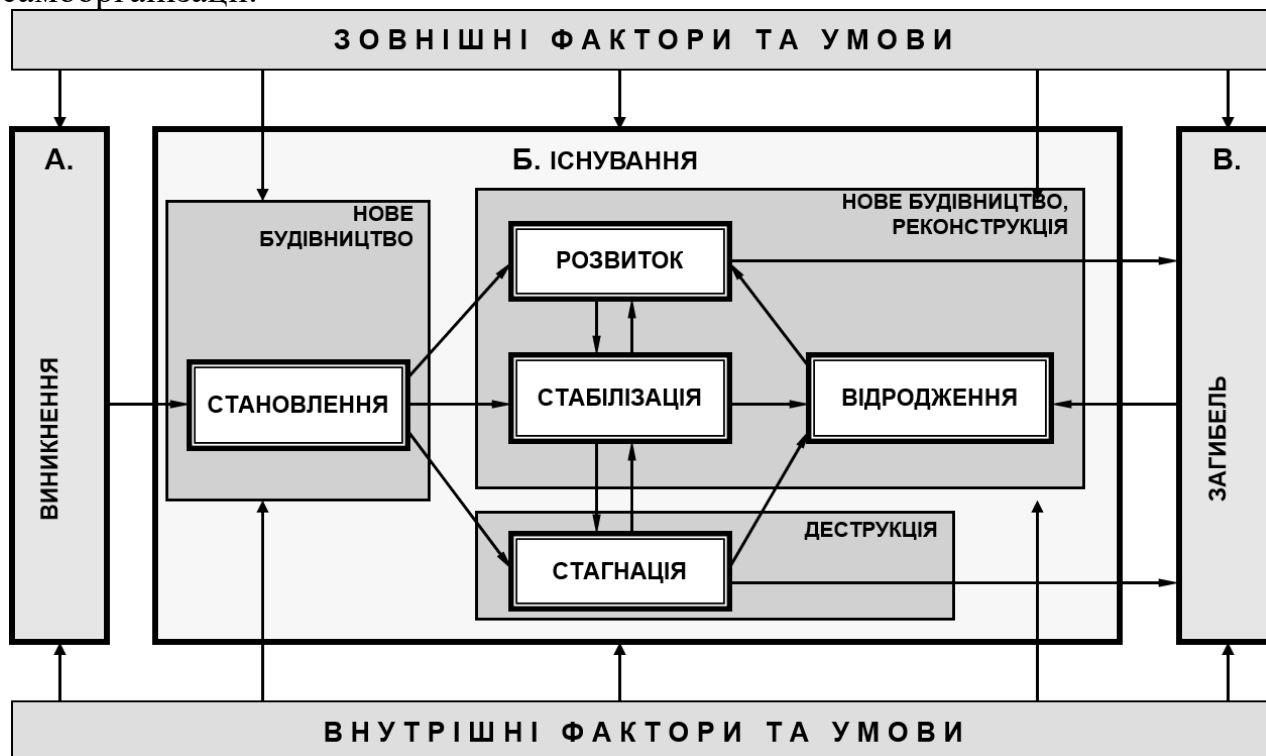


Рисунок 1 – Реконструктивна діяльність в контексті фаз міського розвитку

А. Виникнення поселення може бути обумовлене різного роду причинами, від мимовільних (спонтанних) до декларативних, як волевиявлення



того чи іншого правителя, уряду з чітко визначеною метою.

В прадавні часи найчастіше поселення виникали як форпости для закріплення військової присутності в процесі послідовного освоєння простору або як «місця торгівлі» на торговельних шляхах [13]. Після виникнення поселення як ядра подальшого містоутворення починається складний, не завжди лінійний, процес становлення міста і його матеріально-речовинної інфраструктури.

Б. Існування міста – найбільш тривалий і активний період життєвого циклу міста. Він включає декілька фаз.

1. **Становлення** – формування первинних структурних елементів міського середовища. Ця фаза характеризується освоєнням території з фіксацією первинних домогосподарств та землеволодінь; становленням первинної планувальної структури поселення та будівництвом перших будівель і споруд житлового та громадського призначення. Саме нове будівництво є домінантним на цьому етапі. Відбувається формування постійного населення як громади з певною мірою адміністративних ознак (функцій) в системі поселень держави. Чисельність населення зростає досить повільно.

Наступний етап існування міста може відбуватися за трьома принциповими сценаріями.

2. **Розвиток.** Укріплення та розширення діяльнісних функцій на основі певних факторів та умов, що стимулюють стрімке нарощування обсягів та якості матеріальних об'єктів та рівня комфорту міського середовища, динамічний приріст населення, формування зони активного впливу на прилеглу територію в адміністративному, торговельному, культурному сенсі з присвоєнням місту відповідного статусу. Зростає значущість міста, його соціальна та інвестиційна привабливість.

Містобудівна діяльність по створенню основних фондів з освоєнням нових територій характеризується активною фазою. В її складі реконструктивна діяльність займає більш менш обмежену роль.

3. Фаза **стабілізації**, як правило, є наступною за фазою активного розвитку. Відбувається завершення формування структурного соціально-економічного комплексу міста, його стійке функціонування в системі регіону держави, стабільний помірний приріст чисельності населення, посилення діяльності у сфері освіти, науки, культури, спорту.

Продовжується нове будівництво та посилюється роль реконструктивної діяльності по оновленню та заміні основних фондів, переосвоєнню міських територій, підвищенню економічної та функціональної ефективності їх використання, розвитку інженерно-транспортної інфраструктури та благоустрою міста.

4. Песимістичним сценарієм існування міста є фаза **стагнації**. Вона настає у випадку припинення дії позитивних зовнішніх факторів та вичерпання внутрішніх ресурсів для підтримання життєздатності міста. Стагнація характеризується поступовою втратою демографічного потенціалу (депопуляцією), згортанням економічної діяльності, в т.ч. будівельної, та ін.

Нове будівництво практично пригальмовується, а реконструктивні заходи



мають обмежений характер. Стагнація зводить місто в його загальних параметрах до рівня, при якому внутрішні ресурси та зовнішні фактори не можуть забезпечити його (міста) існування як такого. В іншому випадку, місто перестає існувати, чому історія міст має багато прикладів.

Проте, фаза стагнації не є однозначно фатальною для міста. По-перше, увійшовши в цю фазу місто, втративши частину своїх функцій і послабивши решту, може зупинитись на деякому рівні «падіння» і стабілізуватись в цьому стані, перейшовши з одного статусного (якісно і кількісно) адміністративного, економічного або культурного рівня на нижчий. (Історія знає безліч прикладів подібного роду, які заслуговують окремого висвітлення).

Узагальнене відображення сценаріїв розвитку міста на етапі його існування представлено на Рисунку 2.

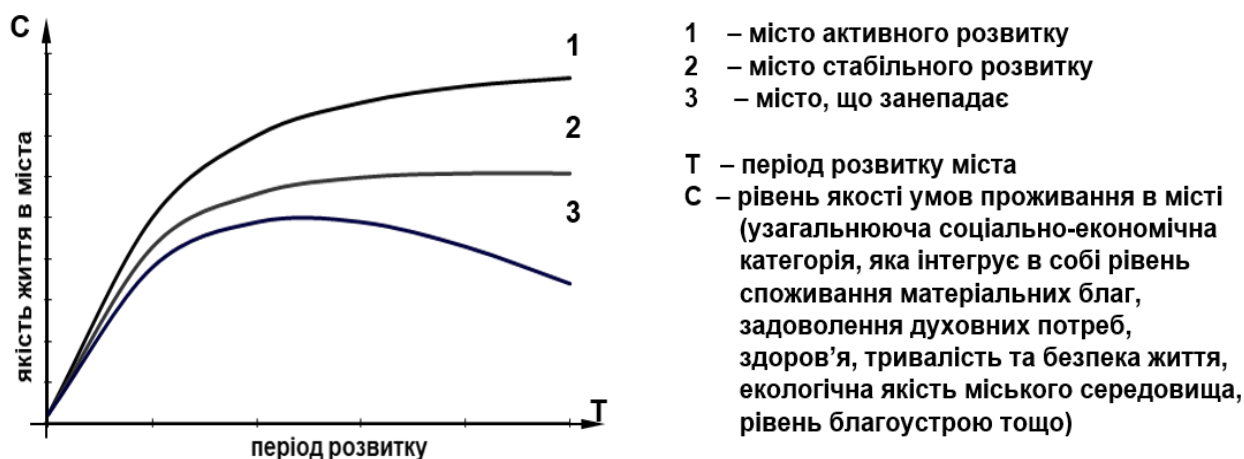


Рисунок 2 – Типи динаміки міського розвитку

5. Другий варіант передбачає **відродження** цього міста в результаті поновлення всього комплексу передумов і чинників розвитку або виникнення нових, в першу чергу, ресурсно-економічних передумов (наприклад, відкриття родовищ корисних копалин в минулі століття або створення новітніх технологічних об'єктів в наші часи), економіко-географічних (наприклад, прокладання через місто значної транспортної магістралі, розміщення аеропортів), політичних чи військово-політичних (створення нових адміністративних центрів) тощо.

В результаті цього місто переходить (або повертається) у фазу *розвитку* і включається в містобудівний цикл, описаний вище.

В.І., нарешті, як вже згадувалось, в окремих, дуже рідкісних випадках внаслідок військових дій або в результаті виникнення надзвичайних природних чи техногенних ситуацій (катастроф), можливо практично повне знищення міста, його **загибель**. Цей варіант є найбільш песимістичним, проте, навіть у випадку повного знищення матеріальної інфраструктури міста історія знає чимало прикладів, коли місто відроджується на тому ж самому місці в принципово іншій якості.

Узагальнення динаміки міського розвитку в осяжній історичній глибині дозволяє стверджувати, що життєвий цикл міста охоплює декілька фаз



розвитку: від виникнення і до, можливого, в окремих випадках, фіналу свого існування – зникнення в системі населених місць – в результаті дії ряду факторів. Перехід з одного стану, однієї фази в іншу супроводжується позитивними або негативними якісно-кількісними змінами в структурі міста з різною динамікою (темпами й масштабами) цих змін.

18.2. Поняття «комплексної реконструкція міста». Види реконструктивної діяльності

В процесі розвитку міста мають місце дві тенденції:

- 1) активізація *нового будівництва* відповідно до зростання чисельності населення, розвитку економіки та соціальних запитів;
- 2) розгортання процесів *реконструкції* внаслідок старіння раніше створених основних фондів як житлових, так і нежитлових.

В цьому процесі, поряд з реконструкцією окремих будинків, важливе місце займають також і реконструкція забудови окремих структурно-планувальних утворень та реконструкція (переосвоєння) територій під нові функції. Таким чином, все розмаїття реконструктивної діяльності в місті може бути згруповано у три основних види:

- реконструкція будівель і споруд;
- реконструкція забудови; та
- реконструкція територій.

Містобудівний зміст системної адаптації міста в процесі його розвитку полягає в *комплексній реконструктивній діяльності*, яка спрямована на зміну параметрів матеріально-речової інфраструктури міста і функціональних характеристик її складових, а також на вдосконалення його просторової організації (функціонального використання території, раціоналізації споживання ресурсів міського розвитку і функціонування, удосконалення архітектурного образу міста) з метою забезпечення вимог міського населення до умов життя, що постійно зростають, та оптимального функціонування виробничих і соціальних структур.

Інакше кажучи, комплексна реконструкція безпосередньо забезпечує розвиток міста в результаті цілеспрямованої містобудівної діяльності.

Комплексна реконструкція міста – це сукупність цілеспрямованих послідовних реконструктивних дій з метою забезпечення сталого розвитку міста відповідно до соціально-економічних стандартів суспільства, що постійно зростають.

Поняття «*комплексна реконструкція міста*» має складний смисловий зміст і може бути трактоване в декількох аспектах.

По-перше, як процес конкретної діяльності суб'єктів містобудування, цілю якої являється зміна параметрів міста стосовно до вимог.

По-друге, поняття реконструкція містить цільову концепцію (мету) і завдання, поставлені перед керівництвом міста. Вони впливають з оцінки міста як середовища проживання і життєдіяльності, його відповідності



соціальним стандартам, технічним якостям і естетичним вимогам, розуміння керівництвом і суспільством його ролі й місця в системі розселення.

Розглядаючи реконструктивну діяльність в цілому як невіддільну складову містобудівної діяльності, можна визначити, що реконструктивна діяльність має за мету забезпечення життєстійкості та послідовного розвитку міст відповідно до зростаючих соціально-економічних стандартів суспільства на основі систематичного оновлення якості та складу основних фондів міста, удосконалення його планувальної структури, підвищення ефективності використання ресурсів міського розвитку, збагачення архітектурного образу міста та збереження його культурної спадщини.

Розрізняють *три види реконструктивної діяльності*: реконструкція будівель, реконструкція забудови та реконструкція території.

Реконструкція будівель може розглядатись як автономний об'єкт або як елемент у складі проекту реконструкції забудови. Реконструкція цього виду є переважно архітектурно-конструктивною задачею при дотриманні містобудівної регламентації в районі розміщення будівлі.

Реконструкція будівлі – перебудова прийнятого в експлуатацію існуючого об'єкта, що передбачає зміну його геометричних розмірів та/або функціонального призначення, внаслідок чого відбувається зміна основних техніко-економічних показників, забезпечується удосконалення показників функціонування, поліпшення умов експлуатації та якості послуг [15].

Реконструкція передбачає повне або часткове збереження елементів несучих конструкцій та призупинення на час виконання робіт експлуатації об'єкта в цілому або його частин (за умови їх автономності) [15].

Реконструкція забудови – створення на основі існуючого розпланування та архітектурних особливостей забудови сучасного комфортного міського середовища зі зміною техніко-економічних показників забудови та підвищенням ефективності використання території об'єкту реконструкції.

Об'єктом реконструкції забудови є сукупність будівель і споруд, розташованих на локальованій території, яка розглядається як планувальна цілісність з фіксованими межами та визначеним функціональним використанням (житлова садибна, житлова багатоквартирна, громадська, промислова забудова тощо), а також інженерно-транспортною інфраструктурою, що забезпечує функціонування об'єкту реконструкції..

Метою реконструкції являється створення, на основі існуючої забудови, сучасного гармонійного житлового середовища, з необхідним комплексом побутового, інженерно-транспортного обслуговування та благоустрою.

Реконструкція території – трансформація раніше освоєних міських територій відповідно до внутрішніх умов і викликів та зовнішніх впливів на розвиток міста. Даний вид реконструктивної діяльності реалізується у двох принципових варіантах:

1. Заміна існуючого функціонального використання території іншим функціональним типом з частковою або повною ліквідацією існуючих фондів і створенням нових житлових і нежитлових фондів або трансформацією (реконструкцією) окремих існуючих будинків під нову функцію, тобто –



функціональне переосвоєння території.

2. Зміна контурів планувальних утворень (кварталів, мікрорайонів, трасування вулиць тощо) при збереженні сформованого функціонального використання території та реконструкцією існуючих й будівництвом нових будівель з метою формування першого фронту забудови вулиць.

18.3. Види реконструкції

Все різноманіття проявів реконструктивної діяльності, яка реалізується в місті та охоплює міські системи й підсистеми різного функціонального типу, може бути згруповано в кілька видів залежно від територіально-планувального рівня об'єктів, що підлягають реконструкції.

Перший (нижній) рівень інтеграції об'єктів може бути представлений наступним переліком *видів реконструкції*:

– **реконструкція житлової забудови (РЖЗ)**, основним завданням якої є впорядкування внутрішньоміської системи розселення на основі урахування потреб населення та доведення характеристик використання і забудови житлових територій до оптимальних; поліпшення та оздоровлення житлового середовища. Наприклад, «Програма комплексної реконструкції кварталів;

– **реконструкція системи громадських центрів (РСГЦ)** – удосконалення системи громадського обслуговування населення міста, розвиток загальноміського центру та системи місцевих і спеціалізованих центрів, забезпечення гарантованого доступу до сфери послуг усіх груп населення;

– **реконструкція промислових територій (РПТ)** – реструктуризація промислово-виробничого комплексу міста відповідно до нових техніко-технологічних можливостей, змін економічних умов суспільства та структури зайнятості населення, впровадження нових форм організації економічної діяльності (технопарки, технополіси, індустріальні парки, інноваційні центри);

– **реконструкція системи місць прикладання праці (РСМПП)** – приведення системи МПП у відповідність до існуючої та перспективної системи розселення з урахуванням сучасної освітньо-професійної структури населення з метою формування трудовбалансованих планувальних елементів міської структури;

– **історико-архітектурна реконструкція (ІАР)** – відтворення, збереження та активне включення в життєдіяльність міста цінної історико-архітектурної та культурної спадщини;

– **ландшафтна реконструкція (ЛР)** – розвиток системи зелених насаджень загального користування, рекреаційних і курортних зон міста на основі збереження та відновлення історичного ландшафту міста;

– **реконструкція вулично-дорожньої мережі міста (РВДМ)** – удосконалення системи транспортних та пішохідних зв'язків між планувальними елементами міста з метою забезпечення мінімізації витрат часу на пересування, комфортності й безпеки руху;

– **реконструкція системи громадського транспорту (зовнішнього та**



міського) (РСТ) – упорядкування систем зовнішнього та міського громадського транспорту та забезпечення зручних пересадкових вузлів і транспортних зв'язків планувальних елементів міста між собою та міста і з навколишньою системою розселення;

– **реконструкція системи інженерних мереж (РСІМ)** – реконструкція і модернізація інженерної інфраструктури (тепло-, водо-, газо-, електропостачання, каналізації тощо) з урахуванням перспективного розвитку просторової структури міста та вимог щодо економії енергоресурсів;

Віднесення перерахованих вище видів реконструкції до першого (нижчого) рівня інтеграції визначається тим, що кожен з них містить (інтегрує) більше чи менше число матеріально-речових об'єктів (одиниць), які зазнають локальної реконструкції тією мірою й у тій формі, які впливають із загального завдання досягнення агрегованого функціонального результату проведення заходів по даному виду реконструкції.

В залежності від територіально-планувального рівня міста – загальноміський (макро-), районний (мезо-) та локальний (мікрорівень) можна виділити конкретні категорії об'єктів реконструкції в рамках кожного виду реконструкції.

В загальному випадку всі види та відповідні об'єкти реконструкції розділені на дві категорії – територіальні або площинні та мережеві або локальні (див. Таблицю 1.).

Таблиця 1 – Об'єкти комплексної реконструкції міста

Види реконструкції	Макрорівень	Мезорівень	Мікрорівень
1	2	3	4
Територіальні (площинні) об'єкти			
РЖЗ	Система розселення міста	Сельбищний район, житловий квартал (мікрорайон), житловий комплекс	Житловий будинок, прибудинкова ділянка
РСГЦ	Загальноміська система центрів громадського обслуговування	Центри різного типу (адміністративно-політичні, міські, районні, спеціалізовані)	Будинки й споруди громадського, культурно-видовищного та іншого призначення
РПТ	Промислово-виробничий комплекс міста	Промисловий район, промисловий вузол, технопарк, технополіс	Корпус, цех, будівля, споруда тощо
РСМПП	Загальноміська система місць прикладання праці	Система місць прикладання праці окремих планувальних елементів	Система місць прикладання праці первинних планувальних елементів



IAP	Історичні ареали, зони різної історико-архітектурної цінності	Історико-архітектурні комплекси, пам'ятки містобудування	Окремі будівлі й споруди – об'єкти культурної спадщини
ЛР	Система зелених насаджень загального користування; ландшафтні й рекреаційні території	Ландшафтні, рекреаційні комплекси, об'єкти природно-заповідного фонду	Парки, сквери, бульвари, окремі рекреаційні об'єкти
Мережеві (лінійні) об'єкти			
РВДМ	Вулично-дорожня мережа міста	Окремі вулиці, перетини в різних рівнях, транспортні вузли	Ділянки вулиць, перехрестя, підземні пішохідні переходи
РСТ	Система зовнішнього транспорту, системи міського громадського транспорту	Системи ліній, об'єктів і споруд окремих видів транспорту	Вокзал, станція, депо, парк тощо, пересадковий вузол
РСІМ	Системи магістральних інженерних мереж	Системи підвідних інженерних мереж	Інженерні об'єкти, вузли, ділянки інженерних мереж

Критерії досягнення цілей за цими видами носять переважно кількісний характер. Апелюють вони найчастіше до чинних нормативів або до похідних з них нормативно-орієнтовних показників.

Другий рівень інтеграції являє собою поєднання окремих видів реконструкції в певні групи за принципом їх відповідальності за досягнення цілісного цільового містобудівного результату – забезпечення ефективності функціонування міста як складної соціотехнічної системи. Цей рівень інтеграції представлений наступними трьома видами реконструкції: архітектурно-планувальною, функціонально-планувальною та еколого-планувальною:

– **функціонально-планувальна реконструкція (ФПР)**, в якій вирішуються проблеми раціональної функціонально-планувальної організації території міста на основі її зонування за видами й інтенсивністю освоєння; містобудівне зонування території на основі встановлення функціональних зв'язків між різними зонами, районами та елементами міста;

– **архітектурно-планувальна реконструкція (АПР)** – спрямована на удосконалення планувальної структури міста на основі організації самодостатніх планувальних одиниць різного рівня, системи центрів та магістральних вулиць, які забезпечують високу соціальну якість та комфортність середовища проживання населення; розвиток композиції міського плану та архітектурного вигляду міста, збереження його своєрідності шляхом спадкоємного розвитку;

– **еколого-планувальна реконструкція (ЕПР)**, яка пов'язана з підвищенням якісного стану навколишнього середовища, його охороною, оздоровленням і перетворенням; виключенням шкідливого впливу продуктів



життєдіяльності людини на довкілля і знищення його природних ресурсів; забезпечення комфортних умов життя населення.

18.4. Інтегральна модель комплексної реконструкції міста

Всі види реконструкції, як правило, є результатом впливу внутрішніх факторів розвитку та показують іманентні закономірності розвитку міста. Найвищим рівнем інтеграції різнопланових видів реконструкції є – **комплексна реконструкція міста**, яка забезпечує взаємозв'язок усіх видів реконструкції першого і другого рівня, що утворюють єдиний комплекс реконструктивних заходів з формування комфортного міського середовища та збалансованого розвитку міста (див. Рисунок 3).

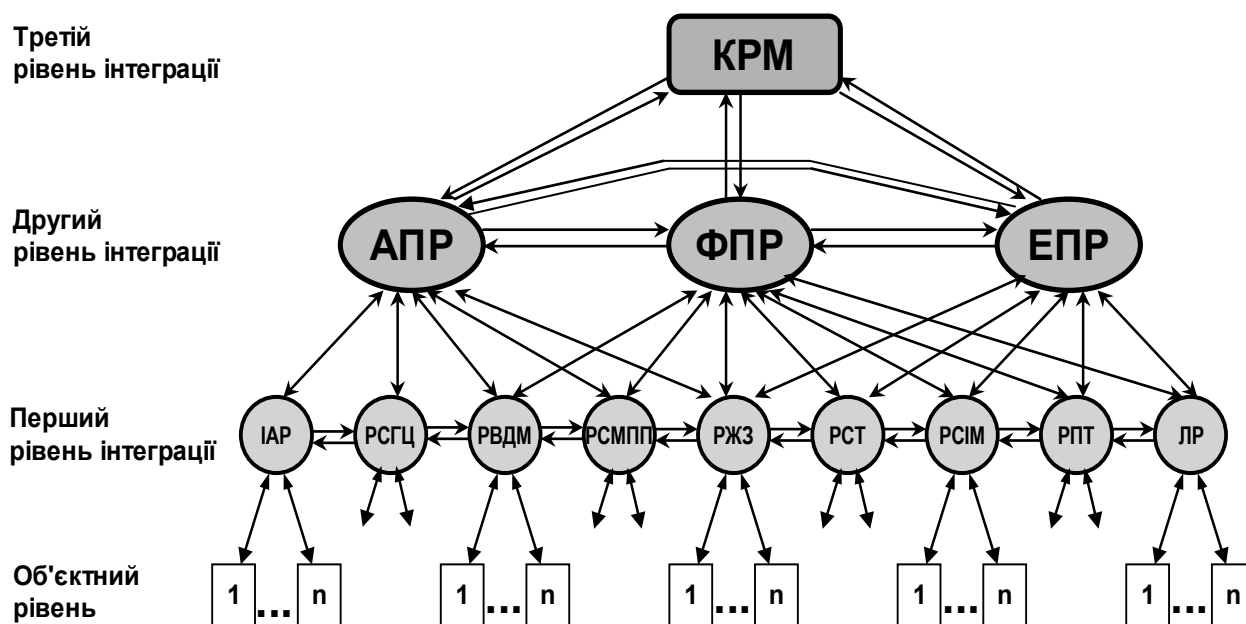


Рисунок 3 – Структурний граф взаємозв'язків рівнів інтеграції

Разом з тим, суттєве значення для завдань реконструкції міста мають макроекономічні вимоги, стан навколишнього середовища, позаміські транспортно-планувальні зв'язки. Власне вони і забезпечують зв'язок конкретного населеного пункту як системи з наступним вищим рівнем системної організації. При цьому слід враховувати як стимулювальні, так і стримувальні фактори розвитку міста.

Взаємозв'язок і методологічна єдність АПР, ФПР, ЕПР міститься у наступному:

1. Еколого-планувальна реконструкція є фактичним корелятом інших напрямів реконструкції і критерієм їх якості за нормативними параметрами.
2. Функціонально-планувальна реконструкція обумовлюється в багатьох випадках факторами немісцевого (регіонального чи загальнодержавного) значення. Внутрішні чинники мотивації проявляються у взаємозв'язку з завданнями архітектурно-планувальної реконструкції.



3. Архітектурно-планувальна реконструкція обумовлює ті чи інші, часто кардинальні зміни у функціональному використанні території міста.

Цим далеко не вичерпується перелік зв'язків прямого і зворотного впливу напрямків реконструктивної діяльності – видів реконструкції другого рівня інтеграції (а також і видів реконструкції першого рівня) один на одного, що мають складний системний характер як у площині субординації, так і в площині координації реконструктивних рішень.

Взаємозв'язок архітектурно-планувальної, функціонально-планувальної та еколого-планувальної видів реконструкції, їх системну єдність, неможливість програмування і проведення однієї з них без іншої, як за критеріями, так і з практичних результатів, формально демонструється різновидом діаграми Венна. З моделі походить, що жодному з розглянутого тут видів (напрямів) реконструкції не може бути віддано методологічну перевагу по відношенню один до одного. Наведені вище види реконструкції формують інтегральну модель реконструкції міста (КРМ), яка виступає в якості методологічної основи для розробки програм і проектів як комплексної реконструкції міста, так і його системних складових (див. Рисунок 4.).

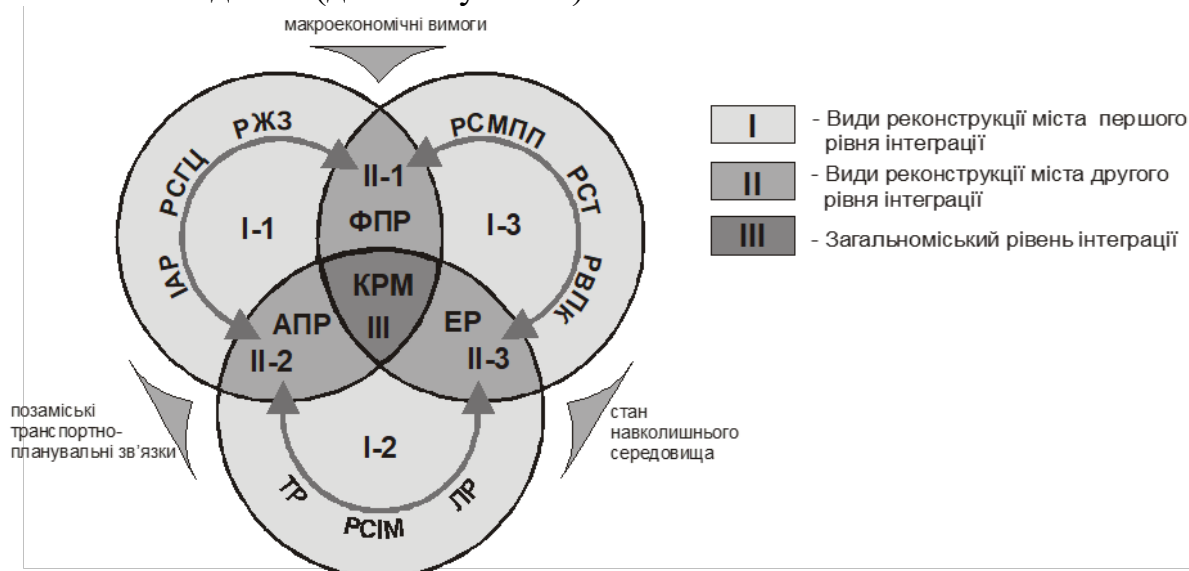


Рисунок 4 – Структурний граф взаємозв'язків рівнів інтеграції

Вирішуючи питання комплексної реконструкції міста слід розуміти, що всі види реконструкції тісно пов'язані між собою. Найпершим завданням перед проектувальником постає питання вибору пріоритетного виду реконструкції на кожному етапі розвитку міста

18.5. Форми реконструктивної діяльності

В Новій програмі розвитку міст (New Urban Agenda), узгодженій на конференції Хабітат-III у Кіто, Еквадор, у жовтні 2016 року [18], зроблено акцент на необхідності формування взаємно підсилювальних зв'язків між урбанізацією, що зростає, та забезпеченням сталого розвитком міст.



Реконструктивна діяльність відіграє важливу роль в цьому процесі.

Місто, як складна динамічна система, постійно знаходиться під впливом комплексу різномірних факторів і передумов, що спричиняють необхідність застосування того чи іншого виду реконструктивних дій. Місце й участь за часом реконструктивної діяльності в системній адаптації міста в процесі його розвитку на різних ієрархічних рівнях визначається наступними трьома формами або моделями (див. Рисунок 5):

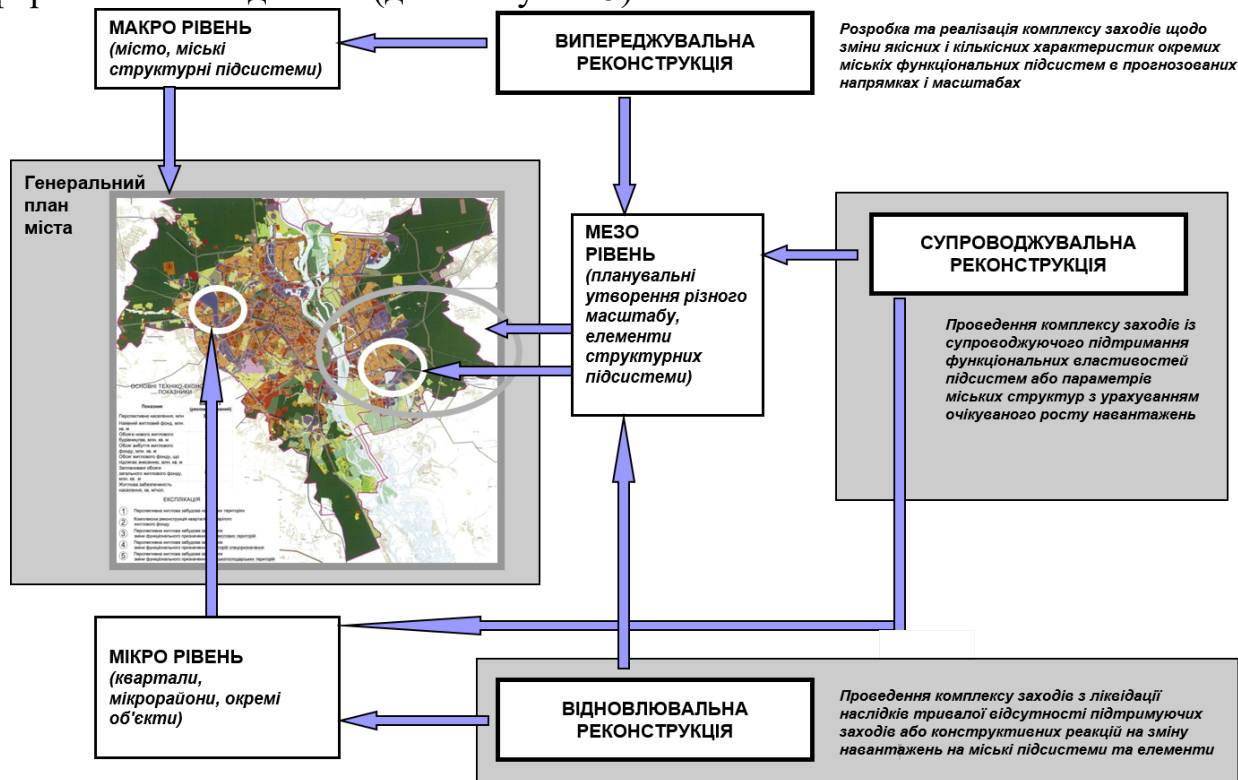


Рисунок 5 – Форми реконструктивної діяльності.

1. **«Випереджувальна» реконструкція.** Сутність її полягає в розробленні й реалізації комплексу заходів щодо змін якісних і кількісних характеристик (параметрів) окремих міських функціональних підсистем в напрямках і масштабах, які задаються прогнозами зростання навантажень на відповідні наявні підсистеми в найближчому майбутньому внаслідок очікуваних кардинальних змін в містобудівній, економічній або соціальній ситуації.

Найчастіше реконструктивний комплекс цієї моделі може бути розроблений як інструмент забезпечення реалізації пропозицій генерального плану з освоєння нових (резервних) територій, розміщенню за межами міської межі великих промислово-виробничих об'єктів тощо, переосвоєнню наявних великих фрагментів міського плану, а також реконструкції великих масивів житлової забудови.

Випереджувальна модель відносно невеликих масштабів реконструкції (на локальному рівні) не завжди економічно ефективна і функціонально необхідна, але в окремих випадках – можлива.

2. **«Супроводжувальна» або «підтримувальна» реконструкція.** Означає проведення комплексу заходів із поточного підтримання функціональних властивостей підсистем або параметрів міських структур з урахуванням



можливого очікуваного зростання навантажень або зміни нормативних вимог до їх якості без кардинальних змін містобудівної ситуації.

Модель «супроводжувальної» або «підтримувальної» реконструкції у своїй реалізації може бути розділена на дві частини:

Перша. На основі моніторингу функціонального стану об'єктів міської системи приймається рішення щодо його реконструкції для забезпечення нормального поточного функціонування. Ця частина може розглядатись як елемент неперервного управління містом.

Друга. Рішення про реконструкцію об'єкта може прийматися заздалегідь з урахуванням містобудівних розробок локального рівня (проект окремої будівлі, комплексу, групи будівель) або проектів структурно-планувального утворення (детальний план території, проект забудови мікрорайону, промвузла або підприємства). Ця частина може бути кваліфікована, з певними припущеннями як специфічна форма «випереджувальної» реконструкції, однак, її ціль не являється самодостатньою, а супроводжувальною відносно до першої.

3. **«Відновлювальна» реконструкція.** Її необхідність виникає у випадках, коли в результаті тривалого відставання підтримувальних заходів або відсутності конструктивних реакцій на зміну економічної, соціальної й містобудівної ситуації ріст навантажень на систему (підсистему) перевищує можливості системи, відбувається глибокий фізичний знос об'єктів, що створює аварійні або катастрофічні ситуації.

Така форма реконструктивної діяльності також властива у випадку накопичення соціальних суперечностей в суспільстві. Очевидно, що ця модель виникає як необхідність у випадку недостатності заходів, що реалізуються по другій моделі.

Висновки

В залежності від фази розвитку міста – виникнення міста, існування (становлення, розвиток, стабілізація, стагнація, відродження) та загибель – реконструктивна діяльність, як і містобудування в цілому, має свої особливості, цілі та завдання. Розвиток міста не можливо розглядати як механістичний процес, хоча ми й називаємо місто «системою, яка має тенденцію до саморозвитку». Відомо, що така система є єдністю трьох компонентів: населення, матеріально-речової інфраструктури й продуктивної функціональної діяльності. Необхідно, насамперед, виокремити населення як головний фактор саморозвитку міста. Саме поведінка містян у контексті дедалі вищих особистих і соціальних потреб визначає характер й інтенсивність реконструктивної діяльності в місті.

Водночас, реконструктивна діяльність має зовнішню орієнтацію в межах регіону й держави, спрямовану на залучення капіталу, інтелектуальних ресурсів та підвищення статусу міста в економіко-географічному й адміністративно-культурному аспектах. З іншого боку, саме комплексна реконструкція міста, як інтегрований вид реконструктивної діяльності, внутрішньо орієнтована на саме місто задля створення найкомфортніших умов проживання для населення.



KAPITEL 19 / CHAPTER 19.

THE TECHNOLOGY OF USING AERATED CONCRETE AND FACTORS THAT AFFECT THE INDOOR MICROCLIMATE

ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОРИСТАННЯ ГАЗОБЕТОНУ І ФАКТОРИ, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА МІКРОКЛІМАТ В ПРИМІЩЕННЯХ

DOI: 10.30890/2709-2313.2021-04-04-002

Вступ

Ніздрюватий бетон (газобетон), популярний зараз у всьому світі, був запатентований у Швеції в 1922 році винахідником Еріксоном, якого вважають основоположником сучасного автоклавного газобетону, що застосовується в будівництві. Він запропонував спучувати рухливу суміш вапна з тонкоподрібненими кремнеземистими компонентами і додаванням цементу (10%) при взаємодії алюмінієвого порошку і $\text{Ca}(\text{OH})_2$. При цьому в основу технології був покладений спосіб тепловологісної обробки (ТВО) в автоклавах вапняно-кремнеземистих композицій, запатентований в 1880 р Міхаелісом. Але прообразом сучасного автоклавного газобетону можна вважати пористі бетони, отримані в 1889 році Гоффманом (Чехія). Він домішував до рухомих цементних і гіпсових розчинів кислоти і вуглекислі або хлористі солі, що виділяли при хімічній взаємодії газ, який створював пористу структуру у затверділих розчинах. Однак, патент Гоффмана не отримав практичного застосування.

У 30-х роках ХХ століття подальший розвиток технології автоклавного газобетону розділився на два напрямки. За першим напрямком у 1929 році в шведському місті Іксхульт, розпочалось виробництво газосилікату "Ітонг" на підприємстві потужністю 15 тис. м³ на рік. Це пористий бетон автоклавного твердіння, що складається з суміші вапна з кремнеземистими домішками, але без цементу. За другим напрямком у 1934 р. з'явився різновид газобетону - "Сипорекс", який виготовляють на основі суміші портландцементу і кремнеземистого компонента, але без додавання вапна. Приблизно в цей же час починається будівництво перших житлових будинків з пористого бетону, які досі в умовах полярних широт справно служать своїм власникам.

19.1. Вимоги щодо якостей конструктивних елементів з блоків автоклавного ніздрюватого бетону

Стінові блоки автоклавного ніздрюватого бетону виготовляються згідно з ДСТУ Б В.2.7-137:2008 з конструкційно-теплоізоляційних ніздрюватих бетонів автоклавного твердіння згідно з вимогами ДСТУ Б В.2.7-45-2010. Блоки мають форму паралелепіпеда з плоскими або профільованими гранями. Блоки можуть мати кишені (виїмки) для зручності захоплення їх пальцями, а також виготовлятися іншої форми, передбаченої робочими кресленнями і в межах таких, що допускаються технологічним устаткуванням. Умовне позначення



виробів повинне складатися з найменування виробу (блок), позначення категорії, розмірів довжини, висоти і товщини в міліметрах, марки за середньою густиною, класу за міцністю на стиск, марки за морозостійкістю і позначення справжнього стандарту, що характеризує його конструктивні властивості (ДСТУ Б В.2.7-137:2008).

Крім того, блоки поділяються типологічно – на несучі, теплоізолюючі, для формування перемичок і захисних поясів, для формування перекриттів. На рисунку 1. наведено приклади блоків для клеєвого мурування.

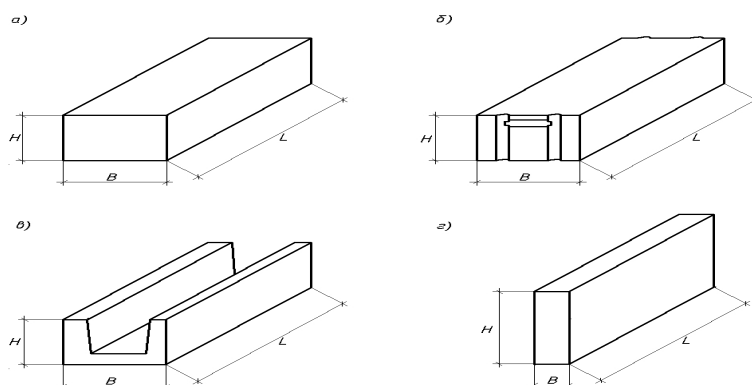


Рисунок 1. - Блоки автоклавного ніздрюватого бетону для клеєвого мурування.

Загальні вимоги щодо конструювання та будівництва будинків з ніздрюватих бетонів автоклавного твердіння:

- загальні вимоги розповсюджуються на застосування стінових неармованих блоків з конструкційного чи конструкційно-теплоізоляційного АНБ по густині не менше D300 у житлових і громадських будівлях;

- блоки з АНБ призначені для кладки зовнішніх і внутрішніх стін (у т.ч. перегородок) житлових і громадських будівель з відносною вологістю повітря у приміщеннях не більше 75% в неагресивному середовищі;

- застосування блоків з ніздрюватих бетонів для кладки стін з вологим режимом приміщень без спеціального захисту не допускається. Використання блоків ніздрюватих бетонів для кладки зовнішніх стін з мокрим режимом приміщень та зовнішніх стін підвалів та цоколів не допускається;

- допустиму висоту (поверховість) стін з блоків рекомендується визначати розрахунком несучої здатності зовнішніх і внутрішніх стін з урахуванням їх спільної роботи;

- несучі стіни з блоків АНБ рекомендується зводити заввишки до п'яти поверхів включно, але не вище 20 м;

- для самонесучих стін будівель висотою більше трьох поверхів рекомендується приймати клас блоків за міцністю на стиск – не нижче В2,5, заввишки до трьох поверхів – не нижче В2, заввишки до двох поверхів – не нижче В1,5;

- мінімальна допустима ширина простінків і стовпів, виконаних з газобетонних блоків, визначається шляхом розрахунку за ДБН В.2.6-162:2010, але не менше 600 мм в несучих стінах і не менше 300 мм в самонесучих;



- розрахункові опори стиску кладки з блоків визначаються залежно від класу газобетону по міцності на стиск і марки будівельного розчину;
- якщо міцність кладки на зосереджені навантаження недостатня, то можливе її підвищення (але не більше ніж на 50%) шляхом влаштування розподільних бетонних плит (подушок), які повинні мати товщину не менше 60 мм і клас бетону по міцності на стиск не менше С12/15 з непрямым армуванням не менше 0,3%. Глибина обпирання балок і плит на стіни з газобетонних блоків визначається розрахунком і не повинна бути менше 120 мм;
- закладення балок в газобетонну кладку із сприйняттям опорного згинаючого моменту (защемлення) забороняється;
- спирання перекриттів безпосередньо на газобетонну кладку допускається при величині розподіленого навантаження не більше 0,3 кН на 1 пог.м. ширини опори. При більшому навантаженні потрібне влаштування розподільних плит чи поясів товщиною не менше 150 мм, армованих непрямою арматурою в кількості 0,5 % від об'єму бетону (не менше двох сіток);
- при кладці стін на клею середня товщина горизонтальних і вертикальних швів повинна бути 1-3 мм (у середньому 2 мм). У цьому випадку арматура, анкери і накладки повинні бути втоплені в ніздрювату бетону шляхом виконання пазів (канавок);
- при виконанні кладки з пазогребневих блоків вертикальний шов між блоками слід повністю заповнювати клеєм, не залишаючи пусто шовки;
- посилення кладки сталевими сітками або стрижнями (залізобетонними поясами) можна проводити тільки при відповідному розрахунковому обґрунтуванні.

19.2. Розрахунок стін з неармованої кладки при дії вертикальних навантажень

Наведені рекомендації з проектування стосуються розрахунків неармованих стін з блоків АНБ. У конструкціях стін може бути протиусадкова або інша арматура, але при розрахунках вона не враховується. Розрахунки ґрунтуються на положеннях ДБН В.2.6-162:2010 "Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення". Розрахунки за граничним станом першої групи (втрата несучої здатності, втрата стійкості форми, втрата стійкості положення) виконується на граничні розрахункові навантаження згідно з ДБН В.1.2-2:2006 "Навантаження і впливи. Норми проектування" з урахуванням положень ДБН В.1.2-14:2009 "Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ".

Розрахунок несучої здатності стін з блоків наводиться для несейсмічних районів України. Розрахункова величина несучої здатності стіни при вертикальному навантаженні визначається за формулою (1.1) ДБН В.2.6-162:2010 в залежності від міцності кладки на стиск та коефіцієнта зменшення несучої здатності стіни у відповідних випадках в залежності від гнучкості та ексцентриситету.



$$NEd \leq NRd \quad (1)$$

Розрахункова величина міцності кладки на стиск NRd при вертикальному навантаженні визначається за формулою:

$$NRd = \Phi \cdot t \cdot f_d \quad (2)$$

Розрахункова величина міцності кладки на стиск визначається за п. 7.4.1 ДБН В.2.6-162:2010 шляхом ділення її характеристичного (нормативного) значення на коефіцієнт надійності γ_m для даного матеріалу. Згідно з п.2 Табл.14 Додатку "Р" ДБН В.2.6-162:2010 коефіцієнт надійності γ_m для кладки із крупних і дрібних блоків із ніздрюватих бетонів дорівнює 2,25.

Характеристичне (нормативне) значення міцності кладки на стиск визначається згідно з п.8.6.1 ДБН В.2.6-162:2010 для кладки із блоків АНБ на будівельному розчині загального призначення і залежить від класу ніздрюватого бетону за міцністю на стиск та марки будівельного розчину:

$$f_k = K \cdot (f_{b0,7} + f_{m0,3});$$

за формулою (3) ДБН В.2.6-162:2010 для кладки із блоків АНБ на тонкошаровому будівельному розчині з товщиною швів 0,5...3,0мм і залежить тільки від класу ніздрюватого бетону за міцністю на стиск:

$$f_k = K \cdot f_{b0,85} \quad (3)$$

де:

- $K=0,55$ для кладки із блоків АНБ на будівельному розчині загального призначення;

- $K=0,8$ для кладки із блоків АНБ на тонкошаровому будівельному розчині;

- f_b - нормативна середня міцність елементів кладки на стиск у напрямі дії зусилля, Н/м²;

- f_m - міцність на стиск будівельного розчину, Н/м².

Таблиця 1. – Розрахункові теплофізичні характеристики автоклавного газобетону

Марка бетону за середньою густиною	Тепло-провідність в сухому стані, λ Вт/(м·К)	Розрахунковий вміст вологи в умовах експлуатації, %		Теплопровідність в умовах експлуатації, λ , Вт/(м·К)		Товщина стіни δ при мінімально допустимому значенні опору теплопередачі $R_{qmin}=2,8 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$	
		А	Б	А	Б	А	Б
		w_A	w_B	λ_A	λ_B	δ_{bl}	δ_{bl}
D300	0,08	4	6	0,09	0,10	0,252	0,280
D350	0,09	4	6	0,10	0,12	0,290	0,315
D400	0,10	4	6	0,117*	0,125*	0,297	0,317
D500	0,12	4	6	0,131*	0,142*	0,328	0,355

Дані наведені і розраховані за проектом ДСТУ В.2.6. Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із блоків з автоклавного газобетону.



Загальні технічні умови.

19.3. Технологія використання газобетону

Залежно від конструктивного рішення, зовнішні стіни поділяються на одношарові та багатошарові. Багатошарові стіни бувають двошарові і тришарові. Двошарові стіни: газобетонна стіна з додатковим утепленням у вигляді теплоізоляції (легка мокра штукатурна система, що «скріплює», або з навісним вентиляльованим фасадом). Тришарові: з улаштуванням додаткової системи утеплення і лічкуванням керамічною або силікатною цеглою. Виконання кладки зовнішніх одношарових стін із блоків автоклавного бетону

Одношарові стіни є економічно найдоцільнішими за приведеними витратами. Стіни виконуються товщиною в один або два блоки. Газобетонні блоки призначені для мурування зовнішніх стін житлових і громадських будівель з відносною вологістю повітря приміщень не більше 75%. При застосуванні блоків для кладки стін приміщень з підвищеною вологістю (до 90%), необхідно передбачити внутрішній захист зовнішніх стін матеріалами із низькою паропроникністю. Застосування газобетонних блоків для кладки стін з мокрим режимом приміщень у місцях, де можливе зволоження бетону або наявність агресивного середовища, без спеціального захисту не допускається.

Зовнішні стіни з газобетонних блоків можуть бути запроектовані як одношарові завтовшки 400 мм, 375 мм і 300 мм як правило з блоків з середньою густиною 400-500 кг/м³. Оскільки газобетонні блоки мають ширину, рівну товщині стіни, стіни з них не мають поздовжніх швів. Профільована у вигляді з'єднання «паз-гребінь» торцева поверхня блоків і висока точність їх розмірів дозволяє виконувати кладку стін з незаповненими вертикальними швами. Якщо у блоків поверхня пласка, тобто відсутні «паз-гребінь», то вертикальні шви обов'язково заповнюються клейовим розчином.

Особливістю газобетонних блоків є висока паропроникність, гігроскопічність і водопоглинання, відносно невелика міцність і модуль пружності. Тому проектування фасадного декоративно-захисного покриття необхідно вести з урахуванням цих особливостей. Воно повинне захистити стіновий матеріал від атмосферної вологи, забезпечити вільний транзит пари із середини приміщення назовні. Проектування інтер'єрного декоративно-оздоблювального покриття необхідно вести згідно з рекомендаціями архітекторів, з урахуванням екологічної чистоти матеріалів, умов експлуатації покриття, особливостей технології влаштування.

Перевагою газобетонних блоків є те, що через малу теплопровідність, при товщині 0,3-0,4 м забезпечується нормативний термічний опір для будь-якого регіону України. Проте, для зниження теплової неоднорідності (за наявністю колон і монолітних поясів) та для покращення звукоізоляції, варто застосовувати додаткову теплоізоляцію, яку захищають шаром лицьової цегли. Оскільки зона конденсації може знаходитися у теплоізоляційному матеріалі, то через щільне прилягання облицювального шару можливе погіршення



висихання стіни. Тому необхідно провести розрахунок паропроникності захисної конструкції і річного балансу вологонакопичення. При розрахунку термічного опору стіни необхідно врахувати теплову неоднорідність конструкції через наявність анкерів. Не рекомендується використовувати силікатну цеглу для облицювання через її малу паропроникність.

19.4. Фактори, які впливають на мікроклімат в приміщеннях

Великий внесок у здорову атмосферу вносить матеріал, з якого побудовані стіни.

Стіна з газобетону, газосилікату має всі властивості, необхідними для забезпечення комфорту (Рис.2.). Вона «тепла на дотик» - це досягається низькою теплопровідністю і високим опором теплопередачі. Володіє низькою повітропроникністю (непродуваність) забезпечується цілісністю стіни і постійністю її форми). Володіє високою паропроникністю, так звану здатністю «дихати». Стіна досить теплоінерційна - щоб приміщення не розжарювалося відразу після сходу сонця і не вимерзло після заходу (як в щитових каркасних будиночках з легким утеплювачем). Комфорт проживання в

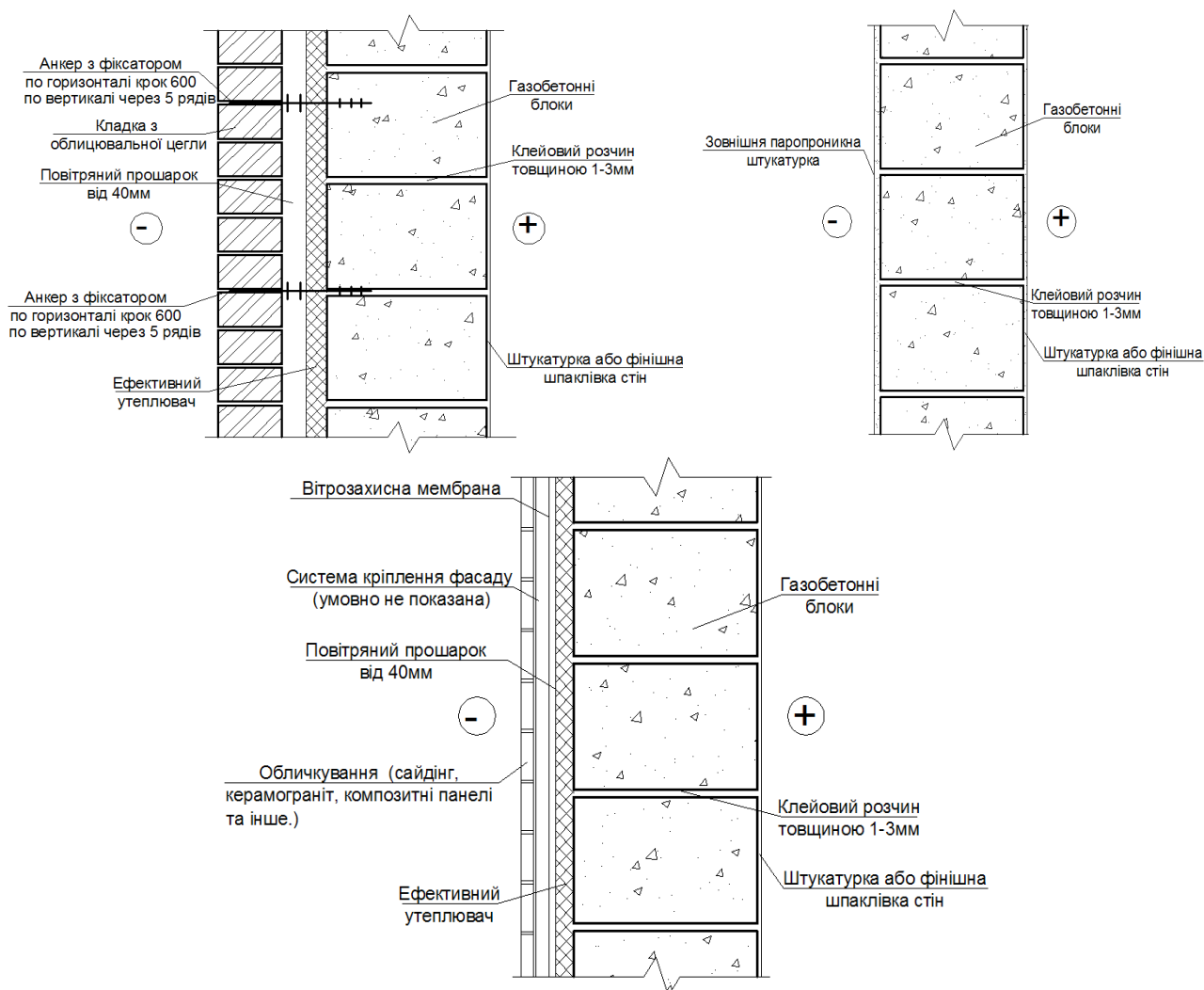


Рисунок 2. - Конструктивні рішення зовнішніх стін



будинку з газобетону майже такий же, як в дерев'яному будинку. Висока паропроникність і хороша теплоакумуюча здатність газобетону сприяють підтримці стабільної комфортної температури і вологості в приміщеннях. Паропроникність газобетонних стін вище, ніж у стін з цегли, керамзитобетону або шлакоблоку.

Мінуси, недоліки газобетону. Будь-який матеріал володіє особливостями, які необхідно враховувати при його застосуванні.

Використання газобетону в стінах будівель потребує врахування його особливостей.

Газобетон - крихкий матеріал. На кладці стін з газобетонних блоків легко з'являються тріщини під впливом нерівномірних навантажень. Якщо фундамент будинку роблять збірним, з блоків, то газобетонні стіни обов'язково спирають на монолітний залізобетонний пояс, який влаштовують поверх блоків. Крім того, виконують горизонтальне армування кладки, а поверх стіни, на рівні кожного поверху, як правило, влаштовують монолітний залізобетонний пояс, на який спирають плити перекриття. Для кріплення до газобетонної стіни потрібно спеціальне кріплення. У газобетонну стіну цвяхи легко забиваються, а шурупи закручуються, але також легко і висмикуються - не тримають навантаження.

Газобетон - високопористий матеріал. Газобетон легко зволожується, але також легко і віддає вологу. Тому, газобетонні стіни в місцях інтенсивного і постійного зволоження вимагають захисту від попадання вологи, як зовні, так і всередині вологих приміщень. Наприклад зовні - при влаштуванні з газобетонних блоків стін підвалу або цокольної частині будівлі. Однак, у багатьох публікаціях негативну дію вологи на стіни з газобетону сильно перебільшена. У стінах вище нульової позначки вологопоглинання газобетону, як і будь-якого іншого матеріалу, визначається його здатністю адсорбувати вологу з навколишнього середовища. При експлуатації незахищених стін в мокру погоду вологопоглинання газобетону становить не більше 12% по масі. Газобетон має багато відкритих пор, але капіляри в ньому нечисленні і короткі. Завдяки цій властивості, інтенсивне зволоження під час опадів відбувається досить повільно і тільки в верхньому зовнішньому шарі на глибину 2-3 см. Після зволоження, наприклад косим дощем, газобетон, на відміну від деревини або цегли, які втягують воду по капілярах, швидко висихає. У зовнішній стіні, захищеної від вологи обробкою фасаду, встановлюється постійна рівноважна вологість. За даними численних досліджень, рівноважна вологість стін з газобетону знаходиться в межах 5-6% за масою. А той же показник стін з сосни і ялини в умовах вологого клімату - в 4 рази вище, до 20%. Порівнюємо - стіна з цегли з щільністю кладки 1600 кг / м³ має рівноважну вологість близько 2% по масі. У стіні з газобетонних блоків щільністю 400 кг / м³ міститься вологи 6% по масі. Виявляється, що в 1 м³ цегляної стіни знаходиться більше кілограмів води, ніж в газобетонній такого ж обсягу. Якщо стіну з газобетонних блоків надовго залишають без оздоблення фасаду, то кладку блоків обов'язково виконують з ретельним заповненням розчином всіх швів кладки, в тому числі і вертикальних. Через недбало заповнені розчином шви в будинок буде



проникати вода, а також збільшиться продувність стіни. Якщо стіну з газобетонних блоків залишити без зовнішньої обробки, то зважені в повітрі пилові частинки осядуть на пористій поверхні блоків, а пряме попадання атмосферних опадів призведе до намокання зовнішніх шарів. Пил і дощова вода мають в основному кислотний характер. Тривале знаходження в слабокислому середовищі призведе до нерівномірного потемніння поверхні блоків і додасть стіні неохайний вигляд.

Стіна з газобетону посередній звукоізолятор. Звукопоглинальна здатність матеріалу залежить від щільності, пористості і модуля пружності матеріалу. Звукоізолююча здатність конструкції, що обгороджує залежить від щільності матеріалу, його коефіцієнта внутрішнього тертя, товщини огорожі і конструктивного рішення стіни (одношарова або шарувата конструкція), її згинальної жорсткості, а також від звукопровідності вузлів сполучень елементів конструкції між собою. Ступінь звукоізоляції вимірюється в децибелах (дБ). Звукоізоляційні властивості стін оцінюються індексами ізоляції повітряного шуму R_w [дБ], звукоізоляційні властивості перекриття і покриття, додатково до R_w , оцінюються індексами приведенного рівня ударного шуму L_{nw} [дБ]. Звукоізолююча здатність одношарової стіни з кладок матеріалів в основному визначається її масою. Чим більше вага 1 м² стіни, тим більше енергії звукових хвиль витрачається на вібрацію матеріалу стіни, тим краще стіна гасить звук.

Газобетон, з усіх стінових кладок матеріалів, має найменшу щільність. Отже, стіна з газобетону має найгірші показники звукоізоляції. Наприклад, індекс звукоізоляції повітряного шуму біля стіни з газобетонних блоків марки D400 товщиною 40 см. Дорівнює $R_w = 55$ дБ. Така ж по товщині стіна з більш щільною поризованої кераміки матиме індекс R_w вже близько 65 дБ. Товстий шар штукатурки на стіні або утеплювач на фасаді збільшують вагу стіни, тим самим покращують показник звукоізоляції стіни з газобетону. Звукові хвилі на кордоні різних матеріалів переломлюються і розсіюються, що ще більше збільшує звукоізолюючі властивості стіни. Товстий шар традиційної штукатурки збільшує індекс звукоізоляції стіни на 2-3 дБ. Наскрізні отвори в кладці газобетонних блоків створюють акустичні містки в стіні, за якими звук легко проникає в будинок. Необхідно ретельно на всю товщину стіни заповнювати розчином шви кладки. При кладці блоків з з'єднанням в вертикальних швах типу паз-гребінь слід акуратно примикати блоки один до одного не залишаючи зазорів. У будинку з зовнішніми стінами з газобетону, внутрішні стіни і перегородки забезпечать кращу звукоізоляцію між приміщеннями, якщо їх кладку виконати з матеріалу з високою щільністю або зробити перегородки багатошаровими.

Газобетон поганий акумулятор тепла. Висока теплоакумулююча здатність огорожувальних конструкцій в будинку сприяє стабільності температури повітря в приміщеннях. Чим більше щільність матеріалу, з якого зроблена стіна, тим більша кількість теплової енергії необхідно для нагрівання стіни, тим більше акумулюється в стіні тепла. Газобетон має найменшу щільність, в порівнянні з іншими матеріалами для кладки стін. Тому, здатність накопичувати тепло біля стін з газобетону невелика. Наприклад, в стіні з



повнотілої цегли запаси тепла будуть приблизно в 3,5 рази більше, ніж при тих же умовах і в такий же за обсягом кладці з газобетону. Іншою важливою теплоаккумулюючої характеристикою є час охолодження конструкції A_t [ч]. Наприклад, охолодження стіни з повнотілої цегли відбувається швидше в 1,37 рази, ніж такий же по товщині стіни з газобетону. У порівнянні з іншими кладочні стіновими матеріалами, в стіні з газобетону запаси тепла менше і віддає тепло газобетон повільніше. Маленькі запаси тепла і велика теплова інерція стін з газобетону мало сприяють зниженню коливань температури в будинку з газобетону. За теплоаккумулюючою здатністю газобетон можна порівняти з деревом. Гірше газобетону будуть тільки каркасні стіни або стіни з СИП панелей.

З метою збільшення стабільності температури в приміщеннях, в будинку з зовнішніми стінами з газобетону рекомендується внутрішні стіни і перегородки виконувати з матеріалів з великою щільністю, а також по можливості збільшувати товщину бетонної стяжки підлоги.

Висновки

Газобетон - це надійний, перевірений часом будівельний матеріал. За свою більш ніж восьмидесятилітню історію, газобетонні блоки знайшли застосування у всіх типах конструктивних елементів будівель і споруд різного призначення. Цей універсальний матеріал використовується для зведення несучих і не несучих стін, для виготовлення армованих плит перекриття і покриття та в якості теплоізоляції. Характерними особливостями ніздрюватого бетону є відмінна теплоізоляція, пожежна безпека, довговічність і економічність, що роблять його конкурентоспроможними на сучасному ринку будівельних матеріалів.

При середній густині 300-500 кг/м³, міцність газобетонних блоків становить 2,0-2,5 МПа, що дозволяє їх застосовувати для несучих стін висотою 3-5 поверхів, а також для самонесучих стін каркасних будинків будь-якої поверховості. Таким чином, газобетон можна застосовувати практично у всіх типах будівель різного призначення. Низька густина матеріалу дозволяє економити, по-перше, на вартості транспортних послуг з доставки та розвантаження продукції. По-друге, низька густина газобетону в огорожувальних конструкціях означає менше навантаження на фундамент і каркас будівлі, що, в свою чергу, призводить до меншої витрати матеріалів і меншої вартості будівництва.

Низька теплопровідність матеріалу відповідає необхідним нормативам по теплозахисту у будь якого регіоні України при товщині зовнішньої одношарової стіни 300-375 мм. При цьому додаткове утеплення зовнішніх стін не потрібно. Така відносно невелика товщина стін дозволяє зменшити товщу фундаменту.

Точна геометрія блоків дозволяє виконувати кладку на клейовому розчині з товщиною шва 2-3 мм. Ця технологія дозволяє досягти низку переваг перед



традиційною кладкою на розчині з товщиною шва 10-15 мм. По-перше, в кладці усуваються "містки холоду", при цьому теплоізоляція стін підвищується на 20-30%. По-друге, норма витрати клею у 5-6 разів нижча від норми витрати розчину, що дозволяє економити на вартості кладочного розчину. По-третє, рівна поверхня блоків і тонкий шов кладки забезпечують рівну поверхню стін, виключаючи необхідність їх подальшого вирівнювання. У сукупності це дає суттєвий економічний ефект.

Важливим позитивним фактором є також висока швидкість монтажу газобетонних блоків, яка визначає трудовитрати при будівництві. А саме, блоки мають великий формат. Один блок замінює відразу близько 18 одинарних цеглин. Також, наявність системи "паз-гребінь" і монтажного захвату полегшують процес кладки і перенесення виробів. І ще, кількість укладання рядів кладки не обмежуються швидкістю твердіння клею, на відміну від розчину. Терміни зведення стін при цьому істотно скорочуються.

І нарешті - легкість у обробці виробів з газобетону. Ця зручна особливість дозволяє втілювати в життя найсміливіші архітектурні задуми за мінімальною кількістю технологічних процесів, знижуючи матеріаломісткість у будівництві. Ця перевага вигідно вирізняє газобетонні блоки, наприклад, від крупнопористої кераміки. Завдяки чистій поверхні блоків подальше обштукатурювання стін не вимагає додаткових заходів на відміну від пінобетону, а пориста поверхня забезпечує хорошу адгезію, на відміну від силікатної цегли. Низька теплопровідність газобетону забезпечує високий термічний опір огорожувальних конструкцій, малі тепловтрати і витрати енергії на опалення. Стіни володіють великою тепловою інерцією, швидкість теплопередачі в них менша, ніж у цегляних або керамзитобетонних конструкціях. Високі теплоакумуляційні властивості ніздрюватого бетону забезпечують стабільну температуру всередині приміщення при значних перепадах назовні. В умовах холодного клімату це сприяє підвищенню робочого комфорту і економить енергію на опалення. В теплих кліматичних умовах масивні конструкції перешкоджають проникненню тепла у внутрішні приміщення, оскільки самі його поглинають. Навіть якщо сонячні промені сильно розжарюють дах, внутрішня температура будівлі досягає своїх максимальних значень лише за сім-вісім годин, але і тоді повітря не нагрівається до значень, типових для будівель з інших традиційних матеріалів. Це, відповідно, значно підвищує робочий комфорт.



KAPITEL 20 / CHAPTER 20. ANALYSIS OF URBAN AIR POLLUTION

АНАЛІЗ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ МІСТ

DOI: 10.30890/2709-2313.2021-04-04-066

Введення

Всесвітня організація охорони здоров'я визнає, що забруднення повітря є однією з найважливіших проблем у світі, яка впливає не тільки на якість життя населення, але і на очікувану тривалість життя, а також на стан здоров'я й поширення легеневої хвороби.

Одним з джерел забруднення атмосфери є автотранспорт, від використання якого є величезний викид найрізноманітніших хімічних речовин. Вихлопні гази автомобілів – це поєднання двохсот-трьохсот хімічних сполук, які є досить шкідливими для організму людини. Найпоширеніші забруднювачі – це зола та пил різного складу, оксиди кольорових і чорних металів, різні сполуки сірки, азоту, фтору, хлору, радіоактивні гази, аерозолі та ін. Найбільше забруднення атмосферного повітря припадає на частку оксидів вуглецю – близько 200 млн. т на рік, пилу – близько 250 млн. т на рік, золи – близько 120 млн. т на рік, вуглеводнів – близько 50 млн. т на рік.

20.1. Забруднювання повітря міст у світі

За оцінками експертів, майже 7 млн. людей помирає щорічно від причин, пов'язаних із забрудненням повітря. Більше 90% забруднення припадає на країни з низькими і середніми доходами [1]. Здебільшого це країни Африки й Азії. Близько 3 млрд. людей, або майже 40% населення планети, як і раніше не мають доступу до чистих палив, призначених для приготування їжі, а також до чистих технологій. Наприклад:

➤ Каїр (рис. 1.1а) – столиця Єгипту, найбільше місто Близького Сходу. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, викиди в атмосферу столиці Єгипту діоксиду азоту, що представляє найбільшу небезпеку для здоров'я, досягає Каїр рекордних позначок і навіть може бути занесений в Книгу рекордів Гіннеса;

➤ Делі (рис. 1.1б) – друге за величиною (після Мумбаї) місто Індії, що має статус союзної території. Як і в багатьох інших великих містах, повітря Делі страждає від забруднення. Найбільший внесок у забруднення, 67% від загальної кількості викидів, або 3 тис. т в день, вносить транспорт. Ще 25% вносять 125 тис. промислових підприємств і три вугільні теплоелектростанції міста;

➤ Пекін (рис. 1.1в) – є мегаполісом з одним з найвищих рівнів забруднення повітряного простору. Смог огортає місто, як покривало з брудної вати, а місцеві жителі не виходять з дому без ватно-марлевих пов'язок;



а)



б)



в)



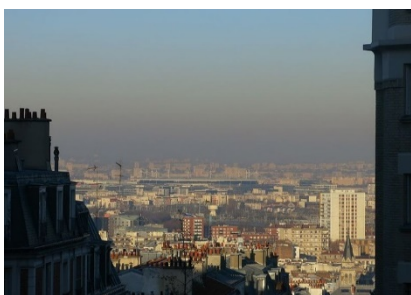
г)



д)



е)



ж)



з)

Рисунок 1. Міста світу з найбільш забрудненим повітрям. а) Каїр; б) Делі; в) Пекін; г) Стамбул; д) Гуанчжоу; е) Буенос-Айрес; ж) Париж; з) Лос Анджелес.

➤ Гуанчжоу (рис. 1.1г) є домом для близько 12 млн. осіб, які мешкають у вкрай небезпечних умовах забруднення повітря. В деякі періоди рівні забруднення вище, ніж у Пекіні. Промисловість в регіоні розвивається з величезною швидкістю, яка миттєво збільшує кількість автомобілів в місті та мешканців;

➤ Стамбул (рис. 1.1д) – найбільш гострою є проблема забруднення води та повітря, викликана промисловими і побутовими відходами. Причиною тому є використанням рідкого та твердого палива в домашніх господарствах для приготування їжі та опалення. Друга проблема пов'язана з великою кількістю автомобілів у містах Туреччини;

➤ Буенос-Айрес (рис. 1.1е) – мегаполіс зіткнувся з численними екологічними проблемами. Через порівняно вітряну погоду смог недовго затримується у місті, але в різних районах міста спостерігається значне забруднення повітря в результаті промислових і транспортних викидів. Це призводить до збільшення кількості хворих на рак легенів. Ситуація із забрудненням повітря в місті посилюється високою інтенсивністю вуличного руху;



➤ Париж (рис. 1.1ж) – проблема забруднення повітря досить гостра, й показники забруднення повітря регулярно порушують нормативи ЄС. Сильне забруднення повітря у зимовий період пов'язане зі зростанням обсягу вихлопних газів автомашин та пічного диму, а також з безвітряною погодою і відсутністю дощів;

➤ Лос-Анджелес (рис. 1.1з) – за рівнем забрудненості повітря займає перше місце в Америці. Згідно експертам 166 млн. американців, або 52,1% людей, що мешкають у США, проживають в округах з високими рівнями забруднення повітря. Майже 20 млн. людей мешкають в 13 округах, де відбувається часткове або короткострокове забруднення атмосфери.

20.2. Оцінка стану забруднення атмосферного повітря в Україні

Оцінка стану забруднення атмосферного повітря в містах України здійснюється за даними спостережень у 39 містах на 129 стаціонарних постах мережі моніторингу гідрометеорологічних організацій. В атмосферному повітрі визначається вміст 22-х забруднювальних речовин, включаючи вісім важких металів [2].

Для оцінки якості повітря використовується індекс забруднення атмосфери (ІЗА), який розраховується як сума поділених на ГДК середніх концентрацій забруднювальних речовин. За індексом забруднення атмосфери (ІЗА), який враховує ступінь забруднення атмосферного повітря за п'ятьма пріоритетними забруднювальними домішками, дуже високий рівень забруднення спостерігається у Маріуполі та Дніпрі, високий – у Одесі, Кам'янському, Києві, Кривому Розі, Луцьку, Миколаєві, Слов'янську, Краматорську, Рубіжному, Львові, Запоріжжі, Лисичанську, Херсоні, Кременчуці (рисунок 2).

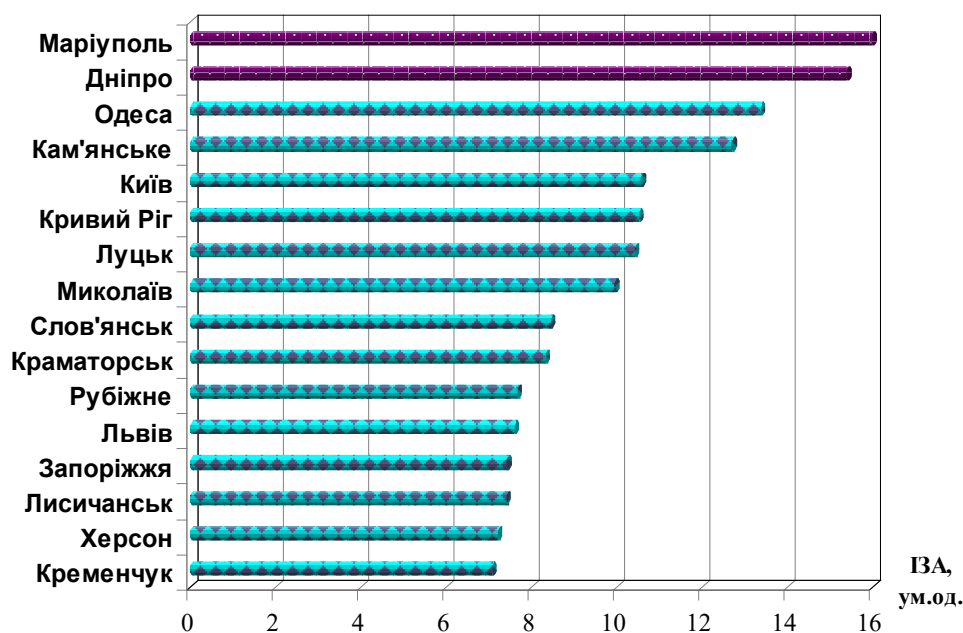


Рисунок 2. Значення індексу забруднення атмосфери (ІЗА) в найбільш забруднених містах України у 2018 році



Більша кількість міст з дуже високим та високим рівнем забруднення атмосферного повітря знаходиться у Дніпропетровській області – 3 міста, у Донецькій області – 3, у Луганській області – 2 міста та одне місто – у Полтавській області. Інші міста – це шість обласних центрів та столиця України.

В останні роки було зафіксовано три випадки високого забруднення¹ (ВЗ) атмосферного повітря оксидом вуглецю у м. Обухів (Київська область) у лютому з максимальною концентрацією 8,8 ГДК_{м.р.} (для порівняння у 2017 р. було відмічене один випадок ВЗ діоксидом азоту у Вінниці) [3]. Високий рівень забруднення атмосферного повітря вказаних міст був обумовлений здебільшого підвищеним вмістом специфічних шкідливих речовин – формальдегіду, фенолу, фтористого водню, аміаку, з основних домішок – завислих речовин, діоксиду азоту, оксиду вуглецю (таблиця 1).

Таблиця 1. Перелік забруднювальних речовин, вміст яких в атмосферному повітрі міст зумовив найбільше забруднення за середньорічними і максимальними концентраціями (у кратності відповідних ГДК) [4].

Речовини	За середньорічним вмістом		За максимально разовим	
	місто	Перевищен ня	місто	Перевищенн я
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Завіслі Речовини	Кривий Ріг	3,0	Горішні Плавні	4,0
	Кам'янське	2,5	Кривий Ріг	4,0
	Дніпро	2,3	Кам'янське	3,4
Оксид вуглецю	Рубіжне	1,8	Обухів	8,8
	Одеса	1,5	Слов'янськ	4,6
	Лисичанськ	1,3	Одеса	3,2
	Кам'янське	1,0	Кривий Ріг	2,8
Діоксид азоту	Київ	3,3	Київ	3,3
	Дніпро	3,0	Черкаси	3,3
	Херсон	2,8	Житомир	2,9
	Біла Церква	2,3	Вінниця	2,6
	Житомир	2,3	Херсон	2,4
	Луцьк	2,3	Кременчук	2,3
	Чернігів	2,3	Луцьк	2,2
оксид азоту	Київ	1,3	Луцьк	1,5
	Херсон	1,2		
Сірководень	Кам'янське	0,006 мг/м ³	Дніпро	4,9
	Дніпро	0,003 мг/м ³	Рівне	2,3
	Запоріжжя	0,003 мг/м ³	Кам'янське	1,8
	Одеса	0,003 мг/м ³	Маріуполь	1,1

¹ Під високим забрудненням атмосферного повітря (ВЗ) прийнято вміст забруднювальної домішки, який перевищує максимально разову гранично допустиму концентрацію (ГДК_{м.р.}) у 5 разів і більше.



Речовини	За середньорічним вмістом		За максимальним разовим	
	місто	Перевищення	місто	Перевищення
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Фенол	Кам'янське	2,3	Слов'янськ	4,1
	Краматорськ	2,3	Херсон	4,0
	Слов'янськ	2,3	Краматорськ	3,4
Сажа	Одеса	1,2	Одеса	2,0
	Олександрія	1,0	Харків	2,0
Фтористий водень	Рівне	1,6	Вінниця	2,4
	Одеса	1,4	Краматорськ	2,3
Хлористий водень	Перевищення ГДК не зафіксовано		Чернівці	2,7
			Київ	2,0
Аміак	Кам'янське	1,3	Черкаси	2,2
Формальдегід	Маріуполь	6,0	Ужгород	4,9
	Дніпро	5,0	Кривий Ріг	2,5
	Миколаїв	4,7	Маріуполь	2,2
	Одеса	4,7	Луцьк	2,1
	Кривий Ріг	3,7	Краматорськ	1,9

Середньорічна концентрація формальдегіду у містах України, де проводяться спостереження, була на рівні 2,3 гранично допустимих концентрацій (ГДК_{с.д.}), діоксиду азоту – 1,5 ГДК_{с.д.}, фенолу – 1,3 ГДК_{с.д.}. Загальний рівень забруднення атмосферного повітря в Україні за ІЗА становив 7,6 і оцінювався, як високий. Порівняно з попереднім роком він дещо підвищився (було – 7,2) за рахунок зростання середньорічного вмісту фенолу.

20.3. Вплив шкідливих забруднювачів на здоров'я людини

Положення з вихлопними газами автотранспорту посилюється тим, що у всіх містах України практично не ведеться контроль вихлопних газів на вміст СО. Пости технічного обслуговування не оснащені приладами для проведення газоаналізу та регулювання двигунів автомобілів.

Найчастіше вихлопними газами називають всі викиди в міську атмосферу, а також котелень, заводів та інших промислових підприємств. Насправді цим терміном правильно називати тільки транспортні викиди, які з'являються в результаті переробки палива. Також їх називають газами.

За статистикою [3], в середньому один легковий автомобіль викидає в атмосферу за день близько одного кілограма різних токсичних і канцерогенних речовин. До того ж подібні речовини здатні акумулюватися та перебувати в навколишньому середовищі до 5 років.

Згідно зі статистикою, вантажні машини та автобуси виробляють більше вихлопних газів, ніж легкові автомобілі. Цей факт безпосередньо пов'язаний з режимом роботи й об'ємами двигунів внутрішнього згорання автомобілів. Так,



наприклад, легкове авто дає за добу близько 220 мг/м³ чадного газу, автобус – 230 мг/м³, а невелика вантажівка цілих 500 мг/м³. Легкове авто дає 45 мг/м³ оксиду азоту, автобус – 18 мг/м³, а невелика вантажівка – 70 мг/м³. Також автобус, на відміну від легкового авто, постійно викидає в повітря оксиди сірки, вуглецю та сполуки свинцю.

Найбільший обсяг токсинів присутній у вихлопних газах, коли двигун працює на холостому ході та на знижених швидкостях. При таких режимах відбувається погане вигорання палива і відхід незгорілих елементів палива в кількості більш ніж у десять разів перевищує вихлопи при стандартному режимі автомобіля. Склад вихлопних газів досить різноманітний, і велика частина компонентів токсична. За хімічним складом і властивостями, а також характером впливу на організм людини їх поділяють на групи [5,6].

1. Нетоксичні речовини (азот, кисень, водень, водяна пара, вуглекислий газ та інші природні компоненти атмосферного повітря).

2. Оксид вуглецю або чадний газ (CO) – продукт неповного згорання палива. Оксид вуглецю має наркотичну дію, подразнює шкіру та слизову оболонку. Оксид вуглецю при вдиханні поєднується з гемоглобіном крові, витісняючи з неї кисень, в результаті чого настає кисневе голодування, яке, перш за все впливає на центральну нервову систему. Висока концентрація оксиду вуглецю навіть при короткочасному впливі може викликати смерть; невеликі дози викликають запаморочення, головний біль, відчуття втоми і сповільнену реакцію. Оксид вуглецю – один з факторів, що викликає хворобу серця – стенокардію, тобто зменшення перенесення кисню до тканин, особливо згубно для міокарда (серцевого м'яза).

3. У її складі оксиди азоту – NO і NO₂. Викликає сильне подразнення слизових оболонок очей, при високих концентраціях оксидів азоту (понад 0,004%) виникають астматичні прояви і набряк легенів.

4. У цю групу входять різні вуглеводні (сполуки типу C_xH_y). Вуглеводні, схожі з токсичними властивостями, мають також канцерогенну дію. Особливою канцерогенною активністю відрізняється бензапірен (C₂₉H₁₂), що міститься у відпрацьованих газах бензинових двигунів і дизелів.

5. Цю групу складають органічні сполуки – альдегіди. У відпрацьованих газах містяться в основному формальдегід, акролеїн й оцтовий альдегід. Ці сполуки, подразнюють органи зору, дихальні шляхи, вражають центральну нервову систему, нирки, печінку. Фотохімічний смог викликає запалення очей, слизової оболонки носа і горла, відзначаються симптоми задухи, загострення легеневих і нервових захворювань, бронхіальної астми.

6. Компоненти цієї групи – сажа та інші дисперсні частинки. Адсорбуючи на своїй поверхні бензапірен, сажа надає більш негативний вплив, ніж у чистому вигляді. Сажа як будь-який дрібний пил діє на органи дихання, але головна небезпека полягає в тому, що на ній адсорбуються канцерогенні речовини, отже, зростає ризик захворювань на рак [7,8].

7. До цієї групи відносять сірчисті сполуки – сірчаний ангідрид, сірководень, які мають місце в відпрацьованих газах, коли використовується паливо з підвищеним вмістом сірки. Сірчисті сполуки надають подразнюючу



дію на слизові оболонки горла, носа, очей людини. Сірчистий газ викликає онкологічні захворювання. Вдихання вологого повітря, що містить оксид сірки, особливо небезпечний для людей, які страждають на серцево-судинні захворювання. Тривале вдихання сірчистого газу підвищеної концентрації діє на організм особливо токсично, викликаючи порушення діяльності нервової системи [9].

8. До складу цієї групи входять свинець та його сполуки. Ці компоненти виникають у відпрацьованих газах при використанні етилованого бензину. **Сполуки свинцю** вражають органи і тканини організму, нервову систему, шлунково-кишковий тракт, порушують обмінні процеси, призводять до зростання онкологічних захворювань. Небезпека отруєння сполуками свинцю посилюється тим, що вони, як канцерогенні речовини не видаляються з організму, а накопичуються в ньому, так само як у ґрунті та рослинах. В організмі людини свинець утримується білками еритроцитів, потім надходить у плазму крові та досягає нирок, печінки й інших органів. У кістках свинець накопичується поступово та надовго лишається в них.

Ураження ясен, розлад кишечника, захворювання нирок, судин і центральної нервової системи, пригнічення синтезу білка, негативний вплив на генетичний апарат клітини – результат отруєння свинцем. Якщо з водою людина отримує більше 0,1 мг іонів свинцю на добу, то це може привести до підвищеної стомлюваності, депресії, порушенню функцій нервової системи, анемії, ниркової недостатності, судом. Іони свинцю можна видалити з води, осадивши їх у вигляді сульфідів.

Свинцеве отруєння навіть на ранніх стадіях впливає на головний мозок, в результаті чого у дітей знижується інтелект, порушується координація рухів, погіршується слух і пам'ять [9]

З 1000 т забруднюючих речовин, щодня потрапляють в повітря з вихлопів автомобілів, 200 т чадного газу, 800 т вуглеводнів та інших сполук. Пріоритетною шкідливою домішкою у відпрацьованих газах автомобілів, що працюють на бензині, є оксид вуглецю (CO), частка якого становить в середньому 69% загальної кількості викидів шкідливих речовин. Частки інших домішок розподілені наступним чином: 17% припадає на оксиди азоту (NO_x) і 14% – на сумарні вуглеводні (CH).

Тому як вихлопні гази сприяють зниженню кількості кисню в крові і заважають нормальному газообміну, слід виводити організм на корисні прогулянки в передмістя або в віддалений від дороги парк, щоб отримати порцію свіжого повітря.

При постійному впливі вихлопів варто урізноманітнити своє меню антиоксидантами, які містяться в ягодах, фруктах, зелених овочах і зеленому чаї, а також у насінні, та пити більше води, тому як вона сприяє детоксикації. Такий "допінг" допомагає організму справлятися з наслідками вдихання хімічного коктейлю та підтримує здоров'я. Кожна людина повинна задуматися про те, які серйозні наслідки несе атмосфера, просякнута шкідливими хімічними речовинами. Життя, дане нам одного разу природою не повинно порушуватися штучними чинниками, які негативно позначаються на здоров'ї



людини. Однак виключити з життя наявність автотранспорту неможливо або проблематично, але цілком є можливим і необхідним скоротити кількість шкідливих домішок, що містяться в вихлопних газах. Одним із шляхів екологізації автомобільного транспорту є переробка його на альтернативні види палива.

Останнім часом ведеться активна розробка біологічних видів палива, електромобілів і можливих модифікацій двигуна, що дозволить відмовитися від вуглеводневого "корму" автомобілів і скоротить кількість шкідливих вихлопних газів. Однак поки це все питання скоріше майбутнього, а не сьогодення, тому зараз краще захищатися від викидів. Для захисту довкілля людини, уряд повинен приймати закони, які сприятимуть оптимізації руху міського транспорту. Крім акцентів на виробництві екологічно чистого транспорту необхідно проводити заходи з очищення повітря міст.

Висновки

Таким чином, на підставі аналізу стану повітря міст можна стверджувати, що:

- основним джерелом забруднення повітря в містах є автомобільний транспорт;
- незважаючи на активну роботу фахівців щодо зниження забруднюючих речовин у вихлопних газах автомобілів, переходу на «зелені» технології загальний рівень забруднення повітря в містах зростає за рахунок урбанізації простору;
- наведені дані про кількість та якість викидів на магістральних мережах доріг свідчать про значну шкоду здоров'ю людини;
- в літературі практично відсутні уявлення з очищення повітря спеціальним обладнанням, яке розміщене на особливо забруднених територіях;
- в містобудівних документах відсутні рекомендації й положення про облік екологічної складової стану повітря.

З огляду на виявлені проблеми актуальним є розробка інженерно-планувальних рішень з очищення повітря, яке забруднюється викидами від магістральних мереж доріг.



KAPITEL 21 / CHAPTER 21. THE PRINCIPLES OF SACRED GEOMETRY IN THE FORMATION OF THE ARCHITECTURAL IMAGE OF AN ORTHODOX CHURCH

ПРИНЦИПИ САКРАЛЬНОЇ ГЕОМЕТРІЇ В ФОРМУВАННІ АРХІТЕКТУРНОГО ОБРАЗУ
ПРАВОСЛАВНОГО ХРАМУ

DOI: 10.30890/2709-2313.2021-04-04-015

Вступ

Сакральна геометрія – це вчення про геометричні форми та їх образні взаємини з людською еволюцією, вчення про еволюційні зміни розуму, емоцій, духу й свідомості. В різні часи сакральна геометрія використовувалася в світових релігіях, в музиці, мистецтві, храмовій архітектурі, іконографії, живопису та інших видах мистецтва. До сакральної геометрії відносять також піфагорійську і неоплатонівську геометрії.

Основними сакральними геометричними формами є круг, трикутник, квадрат, п'ятикутник та шестикутник. Принципи сакральної геометрії є базовими під час будівництва храмів.

Будь-який храм, що розглядається в контексті професійної діяльності архітектора, є архітектурною спорудою. В створенні художнього образу такої споруди важливе значення приділяється композиції.

Основними критеріями архітектурної виразності православного храму є: символічне відображення образу Царства Небесного; краса; додержання традиції; впізнаваність форм. Властивість краси в храмовій архітектурі виражається в пропорційній єдності всієї споруди, її співмірності й гармонії окремих частин та цілого. Декоративні засоби залучаються виключно як супутні, відображаючи смаки будівельників, які в кожен епоху вносили в архітектуру храмів своє уявлення про ідеальну красу.

Одною з основних складових композиції є пропорція. Композиційну значущість мають саме пропорції, в яких розкриваються внутрішні закономірності зв'язку архітектурних форм.

21.1. Пропорції та співвідношення

Пропорцією називають рівність двох співвідношень, а саме:

$$a : b = c : d.$$

Члени пропорції взаємопов'язані між собою. Будь-який член пропорції можна визначити за трьома відомими іншими.

Пропорція, що пов'язує дві форми, входить до системи, яка обіймає всі частини архітектурної споруди.

Поєднання єдності та різноманіття є вимогою існування гармонії. Цілісність забезпечує умову існування композиції, а в той же час різноманіття є необхідним для її змістовності [1].



Основними видами закономірностей, якими пов'язується послідовний ряд фігур, є арифметична та геометрична прогресії. У випадку арифметичної прогресії кожна фігура з ряду більше за попередню на одну й ту ж саму величину.

Виходячи з пропорційної закономірності частин та цілого в VI ст. до н.е. давньогрецьким математиком Піфагором вперше була виведена математична закономірність, що в подальшому набула назву «золотий переріз». Така пропорція знайшла своє відображення як у давньогрецькій архітектурі, так, із часом, і в архітектурі інших цивілізацій [2].

Неперервний ряд «золотого перерізу» висловлює ідею поділу цілого на свої подібності таким чином, що величини, які виникли, додаючись, відтворюють початковий розмір. Ряд «золотого перерізу» можна взяти в якості основи пропорційності нескінченної кількості величин.

З іншого боку, взаємно проникна співмірність виникає в цьому ряді між двома величинами: менша відноситься до більшої так само, як більша відноситься до їх суми. У кількісному вираженні ряд «золотого перерізу» можна представити таким чином: ... 0,056; 0,090; 0,146; 0,236; 0,382.

Пропорційні співвідношення, в тому числі «золотий переріз», можна побачити в геометричних побудовах із використанням цілого ряду багатокутників. Такому співвідношенню відповідає відношення сторони правильного 10-кутника до радіусу описаного кола (рис. 1), правильний п'ятикутник або пентаграма (рис. 2) [3].

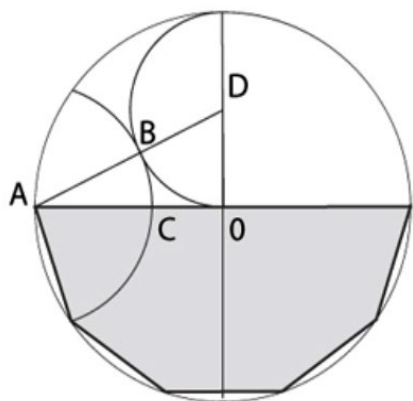


Рисунок 1 – Правильний десятикутник



Рисунок 2 – Правильний п'ятикутник

На основі співвідношення частин відрізка в пропорціях «золотого перерізу» засновано побудова прямокутника. За допомогою діагоналей здійснюється розподіл його на складові частини, за яким утворюється динаміка пропорційних фігур: квадрата, прямокутника, а також прямокутного і рівнобедреного трикутників (рис. 3) [3].

Використовуючи діагоналі, можна отримати послідовний ряд прямокутників, що збільшуються, з співвідношенням сторін - $1: \sqrt{2}$, $1: \sqrt{3}$, $1: \sqrt{4}$, $1: \sqrt{5}$, які є похідними від квадрата (рис. 4) [3].

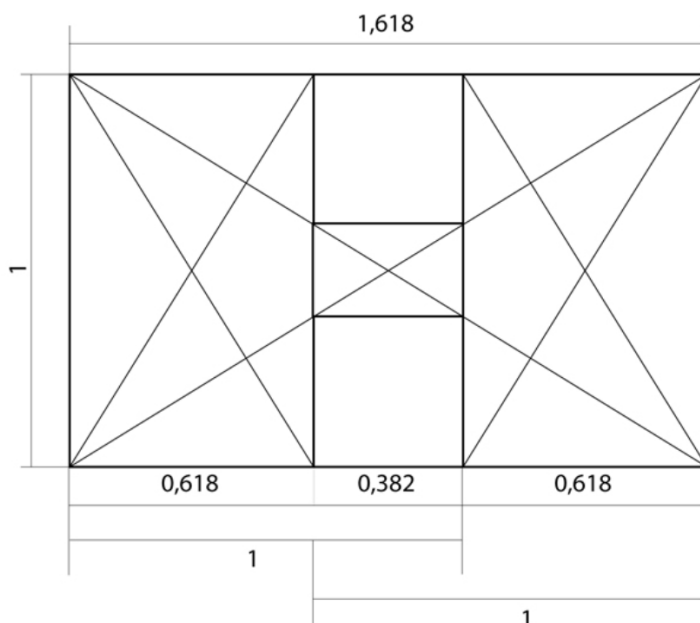


Рисунок 3 – Побудова «золотого перерізу»

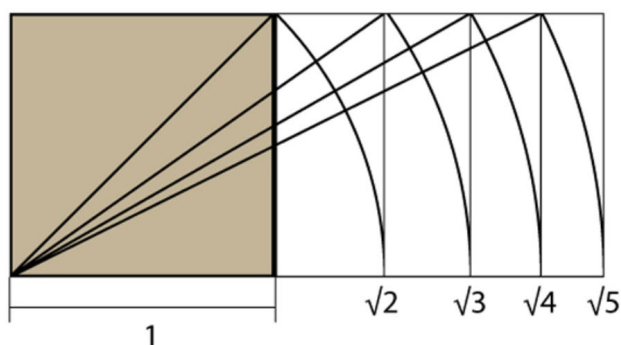


Рисунок 4 – Прямокутник «золотого перерізу»

Найважливішим інструментом під час пропорціювання є застосування основних геометричних фігур: квадрата, кола й трикутника як носіїв досконалості, порядку та гармонії, яким в стародавніх трактатах надавалося сакральне значення установи закономірностей побудови Всесвіту.

21.2. Застосування пропорцій у побудови храмів

У середні віки пропорціям надавалося містичне значення. Секрети знаходження пропорцій ретельно охороняли середньовічні зодчі. Отже, професор Грім [4] у якості прикладу наводив випадок, коли єпископ міста Утрехта втратив життя через те, що зумів вишукати спосіб знаходження пропорцій споруди храмів.

Для зодчих геометричні методи встановлення розмірності елементів будівлі були необхідною умовою будівництва храмів. Розмір кожної частини будівлі встановлювався за допомогою співвідношення з розмірами інших



частин. Вихідним був розмір якоїсь однієї частини, що мала особливе значення в структурі споруди. Найпростішим випадком було повторення такого розміру певне число раз. Це просте кратне співвідношення. В інших випадках співмірність визначалася за допомогою геометричних побудов, вихідною точкою в яких були величини, що пов'язані з початковим розміром.

Із розвитком систем співвідношень накопичувався досвід пошуків конструктивно доцільних розмірів елементів. Встановлена пропорційність частин певною мірою була альтернативою розрахунку на міцність. Наприклад, знайдене експериментальним шляхом співвідношення між товщиною стіни та прольотом зводу, що на неї спирається, було віднесено до традиційної системи співмірностей.

Гармонійність системи, де взаємозв'язок величин наочно розкривав внутрішні закономірності структури, ставала важливою естетичною властивістю. Прекрасне було породженням стрункості цілого, єдності, що перейнято різноманіттям. Таким чином, усі частини композиції були пов'язані між собою, але форми зв'язку були різноманітними, як і самі частини.

Багато творів середньовічного мистецтва, в тому числі й архітектури, побудовано з використанням закону «золотого перерізу». Наприклад, одним із шедеврів давньоруської архітектури середини XII ст. є Успенська церква Єлецького монастиря в Чернігові (рисунок 5 [5] і рисунок 6 [6]) має такі співвідношення [7]:

$$\begin{aligned} \frac{\text{ширина храму (всередині)}}{\text{довжина храму (всередині)}} &= \frac{16,24 \text{ м}}{26,57 \text{ м}} = 0,613; \\ \frac{\text{довжина ядра храму}}{\text{ширина храму (всередині)}} &= \frac{10,06 \text{ м}}{16,24 \text{ м}} = 0,619; \\ \frac{\text{ширина підкупольного прямокутника}}{\text{довжина ядра храму}} &= \frac{6,225 \text{ м}}{10,06 \text{ м}} = 0,618; \\ \frac{\text{висота куполу}}{\text{ширина храму}} &= \frac{10,06 \text{ м}}{16,24 \text{ м}} = 0,618; \\ \frac{\text{ширина середнього нефу}}{\text{висота куполу}} &= \frac{6,225 \text{ м}}{10,06 \text{ м}} = 0,618; \\ \frac{\text{висота хорів}}{\text{висота стін}} &= \frac{6,82 \text{ м}}{11,02 \text{ м}} = 0,618; \\ \frac{\text{висота стін барабану}}{\text{висота куполу}} &= \frac{6,70 \text{ м}}{10,85 \text{ м}} = 0,618. \end{aligned}$$

Отже, в Єлецькому Успенському монастирі співвідношенням мір з'єднано ширина храму та його висота до світового кільця; висота середнього нефу та висота бокових нефів; ширина підкупольного прямокутника та ширина бокових нефів. Співвідношенням «золотого перерізу» ширина храму з'єднана з повною його довжиною, та, одночасно, з довжиною ядра й висотою купола (рисунок 7) [2].

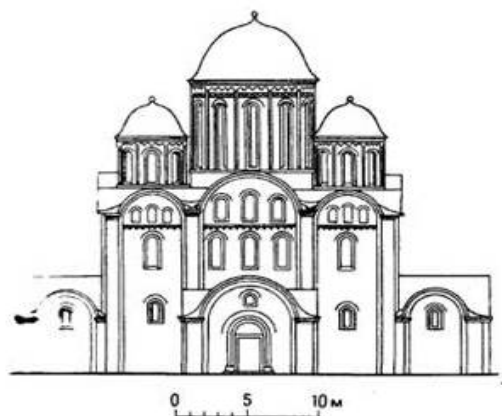


Рисунок 5 – Єлецький Успенський монастир в Чернігові

Рисунок 6 – Західний фасад Успенського собору Єлецького монастиря в Чернігові

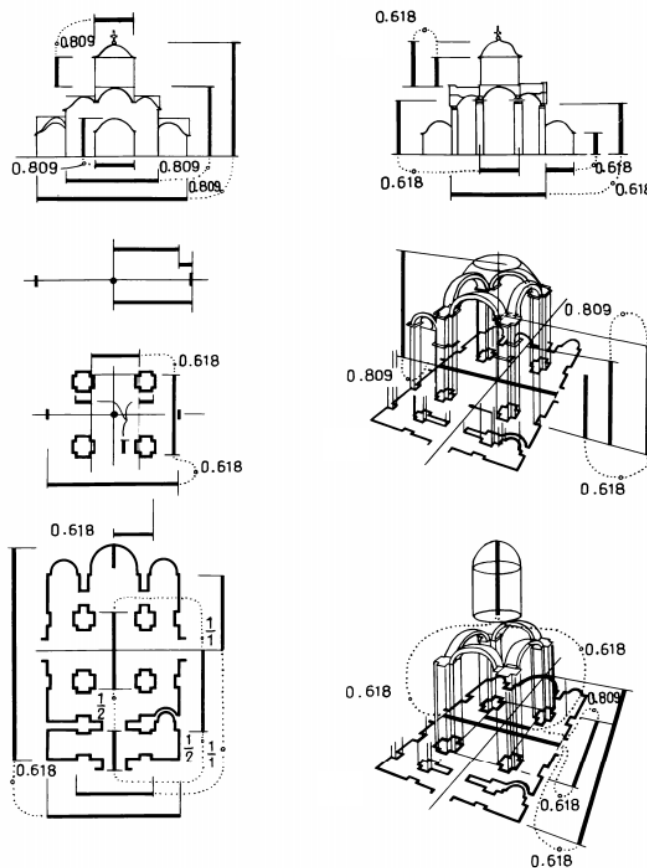


Рисунок 7 – Геометричні методи встановлення співмірностей Успенського собору Єлецького монастиря

На думку І.Ш. Шевелева, приблизна схему розбивки плану храму є такою:

1. На підготовленому майданчику встановлюються по сторонах світу осі храму. Їх перехрестя утворює центр побудови, що може бути використаний у якості вихідних розмірів.
2. Спеціально виготовленими еталонами довжини, в зв'язок розмірів яких



закладена основна співмірність споруди, розмічається положення зовнішніх стін храму, причому західна гілка осі храму встановлюється більш протяжною, ніж східна.

3. Визначаються прямокутник, що окреслює стовпи, товщина стовпів і підкупольний прямокутник. Така операція має вирішальне значення для композиції внутрішнього простору храму: вона встановлює ширину головного нефа і трансепта, які перетинаються в центрі й утворюють форму хреста, визначаючи їх взаємозв'язок і зв'язок в ширині поздовжніх нефів (головного з бічними). Одночасно з цим креслення ядра на землі визначає зв'язок діаметра купола з розмірами храму в плані, взятими по стінах четверика.

При будівництві сучасних храмів архітектор визначає розміри кожного елемента споруди в залежності від його призначення, матеріалу й конструкції. Автор проекту виражає величини елементів храму в абстрактних вимірах метричної системи мір і фіксує на кресленні. Будівельники, зводячи споруду, порівнюють величини її елементів із кресленням і умовною одиницею – метром. Такий підхід не враховує співвідношення одного елемента храму до іншого. Отже, співмірність втратила своє практичне значення. Якщо в минулому невідповідна споруда була неможлива технічно, то сучасний будівельний процес не контролює гармонійність частин споруди. Потрібно зауважити, що десяткова система числення та креслярські косинці в 45° і 60° надають кожному кресленню певну єдність масштабу й пропорцій.

Отримання бажаних співвідношень можна отримати, застосовуючи пропорційний циркуль, встановлений в «золотому перерізі», і обмежене число модульних розмірів. Застосування комп'ютерів у проектуванні позбавило архітекторів і цієї можливості. Звідси виникла необхідність приділяти велику увагу гармонізації при розробці архітектором проекту споруди [8].

21.3. Геометричні аспекти в сучасній храмовій архітектурі

Будівництво як будівель минулих століть, так і сучасних православних храмів неможливо уявити без геометрії архітектурної гармонії.

Архітектурне формоутворення за допомогою геометричних побудов зберігається в усіх випадках. Ця проблема стояла перед давньогрецькими зодчими та не зникла вона й сьогодні.

Прийоми формування архітектурного образу православного храму, встановлення оптимальних співвідношень частин споруди вироблялися протягом вікової будівельно-архітектурної практики в результаті повсякденних вимірювальних операцій. Такий підхід до побудови архітектурної форми базується на знаннях прикладної геометрії і перевіряється досвідом багатьох поколінь будівельників [9].

Сучасний етап храмобудівництва потребує пошуку архітектурних рішень, які «перекладають» строгі канони сакрального зодчества на мову сучасної архітектури. Інакше кажучи, основною складовою під час зведення храму є дотриманням практикуючими архітекторами головного принципу



православного храмубудування: дотримання канонічної традиції та підпорядкування особистої творчості досвіду Церкви.

Сьогодні для формування образу храму конче необхідно правильно здійснити вибір зразків із багатой спадщини церковного зодчества. При цьому потрібно мати на увазі, що такі зразки в історичному розвитку завжди залишалися канонічними та традиційними за своєю суттю при всій різноманітності засобів художньої виразності, що, безумовно, пов'язана з регіональними особливостями або архітектурними стилями той чи іншої епохи.

Звернення сучасного архітектора до теми храмового зодчества повинно відбуватися на підставі того, що свобода його архітектурної творчості здійснюється в межах канону й традиції. Це зовсім не означає, що потрібно чітко дотримуватися зразкам минулого, копіювати їх об'ємну композицію й архітектурний декор. Новації, що вводяться в сучасну храмову архітектуру, не повинні вступати в протиріччя з традиційними архітектурними рішеннями, які стали такими через максимально можливу відповідність мови архітектури та внутрішнього змісту релігії, її догматам.

У пошуках архітектурного образу сучасного православного храму потрібно орієнтуватися не лише на модерністські течії в архітектурі, а й на живе відображення в архітектурних формах сенсу храму, що співзвучне сучасним людям, на красу улаштування світу і Небесного Царства, що знайшло яскраве вираження в давньоруських храмах.

Сучасна архітектура храмів в своєму розвитку покликана враховувати принцип гармонійного поєднання нових форм і стилів із уже усталеними в історії традиціями зодчества.

Яскравими прикладами бережливого ставлення сучасних архітекторів м. Харкова до традицій у культовій архітектурі є будівництво двох храмів: Храму Святого священномученика Олександра, архієпископа Харківського (рисунок 8 [10]), та Храму Святої Благовірної цариці Тамари (рисунок 9 [11]).

Ідея будівництва в Харкові храму на честь Святого священномученика Олександра, архієпископа Харківського, виникла в 90-х роках. У листопаді 2001 року був відкритий нижній храм церкви, освячений на честь Архістратига Михаїла. Висота храму – 58 м, будівля увінчана 6 куполами. Храмівий комплекс складається з нижнього храму (400 кв.м.) і верхнього храму (800 кв.м.). Архітектурне рішення храму – поєднання пізнього бароко і традиційне міське храмове зодчество. 14 листопада 2004 році було освячено і верхній храм на ім'я священномученика Олександра, Архієпископа Харківського.

Загальна площа храму Святої Благовірної цариці Тамари – 300 кв.м. Церква на вісім дзвонів. Висота храму – 39 м до основи хреста, дзвіниці – 29 м. Храм визнаний кращою культовою спорудою України в 2013 році.

Геометричні пропорції вищеописаних споруд (відношення висоти храму до висоти нижнього ярусу, «золотий трикутник»: відношення відстані від основи куполу до хреста до діаметру основи) близькі до співвідношення «золотого перерізу».

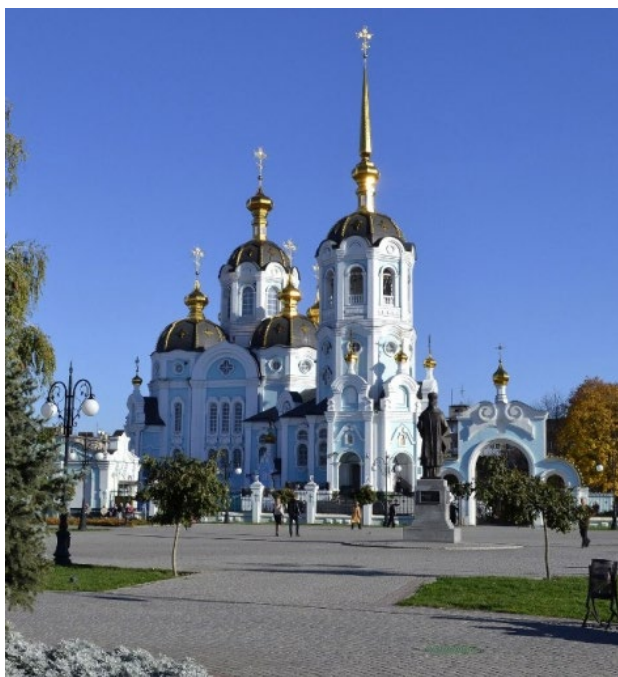


Рисунок 8 – Храм Святого священномученика Олександра, архієпископа Харківського

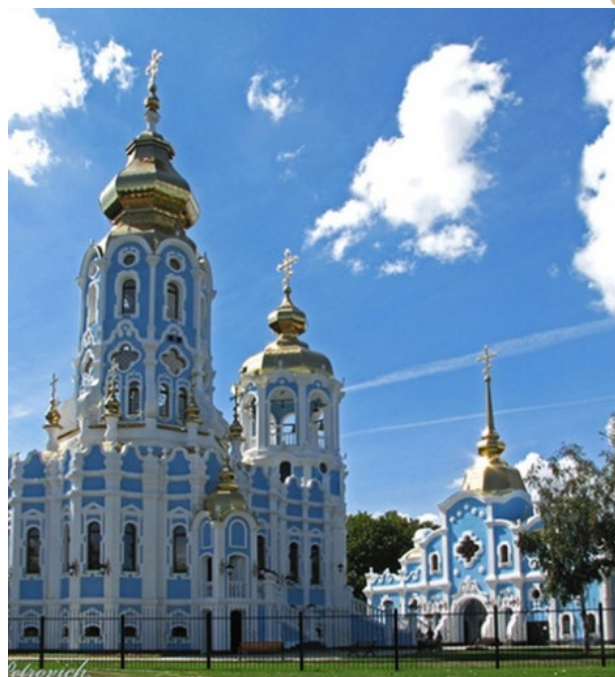


Рисунок 9 – Храм Святої Благовірної цариці Тамари

Висновки

У роботі проаналізовано геометричні принципи побудови православних храмів. Окрема увага приділялася основним пропорційним закономірностям, в тому числі й «золотому перерізу». Застосування таких співвідношень та їх властивостей надало можливість детально вивчити співмірності канонічних православних храмів та представити «геометрію» як давньоруської церковної архітектури, так і сучасного етапу храмобудівництва.

**KAPITEL 22 / CHAPTER 22.****FORMATION FEATURES OF THE STREET SPATIAL FRAME AS THE BASIS OF THE KHARKOV CITY TRANSPORT SYSTEM****ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОСТОРОВОГО КАРКАСУ ВУЛИЦІ ЯК ОСНОВИ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ МІСТА ХАРКІВ****DOI: 10.30890/2709-2313.2021-04-04-039****Вступ**

Міста мають неповторний зовнішній вигляд, виникаючи і розвиваючись в своєрідних природних умовах і в різні історичні часи. Їх архітектурний вигляд відображає естетико-культурні та економічні погляди суспільства, що знаходиться на певному етапі розвитку. Місто складається з вулиць, найбільш старовинні з яких є історичними. Такі вулиці утворені багатофункціональними архітектурними об'єктами, що належать до різних стильових епох і мають культурно-історичну та архітектурно-містобудівну цінність. Поняття «вулиця» розуміється як: будинки та споруди, що стоять лицем до лінії руху (людини та транспорту). Вулиця – простір між двох порядків будинків.

Розуміння механізмів і специфічних характеристик суспільного життя у взаємозв'язку з рукотворним просторовим світом архітектурних об'єктів дозволяє цілеспрямовано формувати навколишнє середовище людини, зберігаючи її цінні історичні якості. Це особливо актуально в наш час, коли інвестиційна привабливість землі в центрах міст України (зокрема, Харкова, Києва та ін.) є головною причиною містобудівних перетворень архітектурного середовища.

Особливості вулиць (композиція та силует, ансамблів будівель, членувань фасадів, семантична та образна характеристики і т.д.) надають своєрідність місту. Однак під час архітектурно-будівельної діяльності існує постійна небезпека втрати цінної архітектурної спадщини. Розробка концепцій співіснування «старого» і «нового» в архітектурному обличчі міста в цілому можлива на основі системного аналізу процесу формування вигляду його структурних елементів, зокрема таких, як історична вулиця. Сьогодні містобудівна стратегія визнання безумовної цінності історичного середовища та збереження її як інформаційної системи, вимагає проведення в життя політики охорони історичних міст і їх центрів, з заходами щодо захисту, консервації, реконструкції, реновації, реставрації спадщини, адаптації його до сучасних умов.

22.1. Генезис формування транспортної системи вулиць

У давньоєгипетському ієрогліфі «місто» закладені всі основні ознаки матеріально-просторової структури міського середовища: комунікативність, центричність, орієнтація по сторонах світу і просторова єдність аж до замкнутості. Тут присутні геометричні моделі міст: коло, що ідеально



відтворювало уявлення древніх про пласку форму диску землі, і квадрат, сторони якого відповідають сторонам світу. Будь яке місто починалось з невеликого поселення, укріпленого табору, центру торгівлі, що лежать на перехресті водних та сухопутних шляхів, а «хрест» перетину головних вулиць визначав центр міста. Дороги стають нагальною потребою – без них не можуть бути реалізовані найважливіші функціональні зв'язки всередині міста, що росте. Надалі розвиток транспорту стимулювало захоплення містом нових територій і створення мережі вулиць і доріг різних типів і категорій. Сучасне місто – вузол розгалуженої мережі залізничних і шосейних магістралей, ставши одного разу причиною зародження міста, комунікації перетворилися в пріоритетні напрямки розвитку і засіб обміну матеріальними і духовними цінностями, між людьми та містами або країнами.

Основні транспортні комунікації міста формують його каркас матеріально-просторової структури – головні транспортні магістралі, комунікаційні вузли, пов'язані з ними споруди міського значення – громадські, ділові та інші унікальні комплекси, які залучають масові потоки відвідувачів. Інші компоненти міського простору, формують тканину (тіло) просторової структури міста – велика частина житлових територій, забудова виробничих і комунальних зон, об'єкти повсякденного обслуговування і інші елементи рядового міського середовища.

Основою каркаса є вулиці міста. Історично, розквіт дорожньої мережі зазвичай відносять до часу посилення імперій. Поки імперії були сильні, дороги проходили через всю тканину міста, в самий його центр. Ослаблення або руйнування імперії неодмінно віддаляло місто від дороги, а часом люди прагнули відсунути її за межу укріплень – для більшої безпеки. У цей час з'явилася нова якість у взаєминах дороги і поселення. Дорога підходила до міста, але рух по ній неодмінно мав зупинитися: тут перевірялися проїзні грамоти та сплачувалося в'їзне мито. Тут, природним чином, виникали перші суспільно-торгові центри з багатим набором приміщень і споруд сервісного характеру: стайні, постоялі двори, трактири, харчевні. Так вперше виникали просторові вузли, насичені об'єктами, які народилися і існували завдяки дорогам. З'явилися вони біля міських стін і, здавалося б, не входили в каркас самого міста, але з часом місто розросталось і залучало ці елементи до своєї структури.

Століттями швидкість руху по вулицях і дорогах залишалася незмінною, зберігався і просторовий каркас міста, але залізниця з її далеким і приміським рухом, і шлях, що веде в місто, «розрізав» його тканину, утворивши абсолютно новий каркас і нову структуру міста. Однак, створення системи залізниць в структурі міста і будівництво пов'язаних з ними вокзалів, депо та інших технічних споруд, що притягують до себе великі людські потоки, можна назвати першим впровадженням комунікацій в планувальний каркас міста після багатовікової замкнутості. В результаті не тільки суттєво змінилася просторова структура міста, а й самі вони набували абсолютно новий вигляд. Так, в Парижі, Відні та інших європейських столицях в ХІХ ст. сталася планувальна реконструкція, яка, знищивши існуючу тканину міста, створила новий каркас,



що зберігся сьогодні.

З появою автомобіля як масового засобу пересування ситуація погіршилася. Автостради буквально вривалися в місто, розрізаючи його «тіло» на ізольовані частини. Особливою проблемою ставав транзитний рух, тож структура вулиць міста неминуче змінювалася. У тих містах, де впускати транзитний рух автотранспорту стало неможливим, споруджувалися обвідні дуги або кільця з багаторядним рухом. Так у містах з'являлись не тільки нові каркаси просторової структури, а й ґрунтовні зміни існуючих. Наприклад, в центральних районах багатьох великих американських міст виникали адміністративні і громадські центри різного типу і значення, які часто були територіально розкидані, в результаті чого між ними виникали свої потоки руху, котрі ігнорували центр міста, що призводило до зміни існуючого каркаса – широкі автостради прорізали місто в усіх напрямках, піднявшись на багатокілометрові естакади.

Зміна існуючого чи створення нового каркаса завжди пов'язане з фізичним зростанням міста. Спочатку відбувається територіальне зростання міста, але нові планувальні утворення поки не забезпечені «комунікативною потужністю» (наприклад, «спальні» передмістя великих міст). Коли територіальна експансія міста на деякий час вичерпує себе, тоді починається активна реорганізація матеріально-просторової структури – створюється новий каркас. Виникає рівновага між частинами матеріально-просторової структури – каркасом і тканиною. Ця рівновага забезпечує стійку орієнтацію всіх видів соціальної активності і той особливий, насичений ритм життєдіяльності, який становить відмінну рису міського способу життя. Збільшення фізичних розмірів міста створює функціональне і транспортне перевантаження його головних центрів, стають відчутні незручності в реалізації нагальних потреб населення. Однак коли темпи зростання сповільнюються – починається новий етап територіальної експансії міста та новий цикл його розвитку.

В кінці ХХ століття відбулося зміщення акцентів в архітектурно-будівельної діяльності: від інтенсивного розвитку міських околиць до екстенсивного перетворення міських центрів. Сучасні найбільші і великі міста стали осередком проблем, пов'язаних зі збереженням і реабілітацією історичної забудови, зі створенням правил проектування і будівництва в історичному місті, і т. д. Таким чином, розвиток міста можна представити у вигляді циклічного, коливального процесу, в якому період територіального зростання (наростання тканини) змінюється періодом зміни структури міста – створенням нового (оновленого) каркаса.

В результаті коливального розвитку міської структури відбувається поступове просторове розосередження каркаса. Воно пов'язане з ускладненням внутрішньої структури каркаса, з наближенням місць концентрації міської активності до районів проживання населення, зі створенням нових центрів. Центр, як основний елемент каркаса, складається з просторів зосередження функціональної діяльності, між цими просторами і зовнішніми комунікаціями розташовуються найважливіші елементи каркаса – вузлові ділянки внутрішньої комунікаційної мережі, що несуть майже самотійний характер простору та



служать прикордонною зоною між двома просторовими середовищами: мобільним та статичним. Так створюється динамічний (швидкісний) простір, необхідний сучасному місту виключно для руху (в основному транспортного), а рутинні (повсякденні) простори, в яких людина живе і працює, розміщуються над землею.

22.2. Сучасна транспортна система Харкова та особливості її побудови

В умовах сучасних міст (в тому числі Харкова, Києва, Львова та ін.) ці прикордонні зони формуються на основі поєднання історичного радіального планування і нової лінійно-розосередженої планувальної структури, що розвивається по головним транспортним магістралям міста. Освічені таким чином основні вузли каркаса потрапляють на серединну частину міста, утворюючи фокуси на перетині основних напрямків внутрішньої і зовнішньої транспортної мережі.

Інтенсивне освоєння найбільш вигідно розташованих ділянок міста має не тільки функціональне значення, а й додаткову загальнокультурну, символічну цінність. Інтенсивно освоєні, вигідно розташовані ділянки міських територій стають найбільш стійкими в часі, незмінними елементами міської структури. З історії просторової еволюції міст видно, що одного разу збудований каркас живе століттями, поки в суспільстві не відбувається технологічного вибуху (поява залізниць, автомобілів і т.п.). Тоді під впливом нових технологій знову вибудовується новий каркас, що на довгі роки визначає матеріально-просторову структуру міста.

Сьогодні відбуваються корінні зміни в просторовій структурі найбільших міст. Міське середовище, створене в кінці XIX – першій половині XX ст., згідно з новими вимогами індустріального періоду, зазнає змін. З'являються нові, швидкісні і альтернативні види транспорту, швидкісні магістралі та транспортні вузли міста перетворюються з технічних елементів в найважливіші елементи планувального і композиційного каркаса сучасного міста. Магістральні траси і розв'язки, перетворюються в високотехнологічні інженерні споруди, що дозволяють всім видам транспорту рухатися на високій швидкості.

На етапі розвитку, коли поляризація просторової структури міста на «каркас-тканина» позначається ще різкіше, замість окремих елементів каркасу виникає комунікаційне поле, що повністю завойовує міський простір. Починається процес накопичення та нарощення потенціалу, який стає початком нових просторових форм сучасного міста, відмінних від раніше відомих.

22.3. Проблеми та завдання вивчення особливостей формування просторового каркасу та транспортної системи міста

Вивчення особливостей формування вулиць міста, виявлення морфологічних основ і композиційно-просторової структури міста вимагає



вирішення наступних завдань:

1. Виявлення соціально-економічних, містобудівних, об'ємно-планувальних, композиційно-художніх особливостей формування архітектурного вигляду вулиць міста.

2. Розробка вихідних положень і теоретико-методологічних аспектів синтетичної теорії еволюції архітектурного вигляду вулиць.

3. Визначення факторів і принципів, які впливають на розвиток вигляду вулиць в контексті морфологічного підходу в єдності типологічного і композиційного аналізу забудови.

4. Проведення аналізу специфічних особливостей проектування і будівництва в історичному середовищі.

5. Вироблення методичних критеріїв і правил формування вигляду вулиць як ансамблевого архітектурно-містобудівного об'єкта.

Планувальна і архітектурно-просторова структура міста характеризує доцільність, зручність, виразність і гармонію просторової організації середовища життєдіяльності, взаєморозміщення і взаємодію її природних, житлових, громадських, виробничих та інфраструктурних складових. Організуючою основою міського простору є: природно-ландшафтний та урбанізований каркас території міста.

Природно-ландшафтний каркас утворює природоохоронну і рекреаційно-функціональну підсистему міста, що формується системою річкових долин і зелених масивів. Розвиток природно-ландшафтного каркаса передбачає відтворення і формування нових зелених просторів, які відновлюють неперервність природно-ландшафтної структури міста. Архітектурно-просторова організація природно-ландшафтного каркаса передбачає збереження, виявлення, зорове розкриття і акцентування характерних ландшафтних панорам, садово-паркових комплексів і силуету міста.

22.4. Основні характеристики урбанізованого каркасу міста як системи рішень проблем його формування на прикладі структури міста Харків

Урбанізований каркас є основою суспільної, виробничої та функціональної підсистем міста, він формується ядром історичного центру в межах вулиць, транспортними магістралями, головними вулицями і, площами, містобудівними вузлами і містобудівними комплексами. Відповідальну роль у формуванні центру міста грає забудова території уздовж вулиць, що задовольняють історичним напрямками, а також уздовж берегів річок. Центр міста і приміагістральна територія характеризуються найбільш високою інтенсивністю діяльності та використанням території. Розвиток урбанізованого каркаса передбачає:

- вдосконалення його історично сформованої структури, посилення ролі ядра історичного центру як національного, культурного і громадського символу;



- розвиток загальноміського центру за рахунок створення центрів різного функціонального напрямку в структурі набережних річок Лопань, Харків та Уди;
- акцентування головних транспортних зв'язків і вузлів системою висотних суспільно-ділових центрів і примагістральних багатофункціональних комплексів;
- формування нових і завершення будівництва існуючих дублерів головних магістралей (наприклад транспортних зв'язків між головними вулицями міста: Сумською, Клочківською, Шевченко, Академіка Павлова).

Архітектурно-просторова організація урбанізованого каркаса передбачає зорове акцентування його характерних елементів – ансамблів площ та великих містобудівних комплексів, висотних доміант, фронтальної забудови головних громадських вулиць, контрастного силуету міста.

Найбільш радикальні перетворення планувальної і архітектурно-просторової структури міста Харкова передбачаються в колишніх промислових зонах міста, що втратили своє призначення, але розташовані в структурі центральної частини міста, особливо вздовж набережних річок, наприклад Іванівському промисловому районі міста.

У периферійних районах міста здійснюється планувальна та архітектурно-просторова структуризація території, перш за все великих житлових масивів – формуються системи центрів, громадських і пішохідних зон, озелених територій житлових районів, мікрорайонів, житлових груп і комплексів; ущільнюється мережа місцевих вулиць і кварталів; забезпечується формування житлового середовища, масштабного, щодо людини, що гармонійно взаємодіє з міськими та приміськими природними ландшафтами.

В історичному центрі міста передбачається: збереження, відтворення і акцентування існуючої планувальної і архітектурно-просторової структури ансамблів головних вулиць, площ, парків, бульварів і скверів, структури вуличної мережі, мережі кварталів, структури історичних морфотипів забудови; формування системи пішохідних зон, вулиць і маршрутів; відтворення втрачених елементів історичного природно-ландшафтного каркасу.

Головною метою соціально-економічного розвитку міста Харкова у період до 2030 року є створення сприятливих умов проживання для всіх жителів міста. Так, з метою забезпечення безпеки населення, поліпшення екологічної обстановки і створення сприятливих умов для подальшого територіального розвитку міста, в числі першочергових завдань залишається винос за межі міста деяких виробничих потужностей (наприклад, «Хімреактив» та «Піротекс», що розташовані в ландшафтному осередку міста та в безпосередній близькості від ландшафтного комплексу Саржин яр та міського парку імені М. Горького). Не менш важливе значення має будівництво лінії метрополітену, що пов'язує центральні і периферійні райони міста, та дозволить продовжити розвиток периферійних районів міста і знизити навантаження на транспортні магістралі його центральної частини.



Висновки.

Аналіз вулиць Харкова дозволив виявити соціальні та культурно-історичні передумови та планувальні особливості розвитку міста і його вулиць, а теоретичний аналіз формування просторового каркаса системи вулиць дозволив виявити фактори, що впливають на його розвиток; визначити морфологічні основи і типологічні особливості вуличної забудови;

1. Характерними особливостями, що визначили систему вулиць в залежності від соціально-економічних, містобудівних, об'ємно-планувальних, морфологічних закономірностей розвитку міста в цілому, є:

- економічні розшарування суспільства;
- зміна функцій вулиць та призначення будівель;
- технічний прогрес в технологічних прийомах зведення будівель;
- архітектурно-будівельні регламентації;
- збереження центрального планувального ядра міста.

2. Особливостями містобудівної системи вулиць є їх:

- конфігурації (типи планувальної структури);
- характерні морфотипи планування системи вулиць, виявлені в залежності від зміни каркаса архітектурно-планувальної системи (дисперсного, осьового, вузлового, мережевого). Об'ємно-мережевий варіант планувань (з розширенням вулиці вглиб дворів, використанням підземного і надземного простору, є перспективним розвитком вулиць і тільки починає складатися).

3. Особливостями морфологічної розвитку архітектурного вигляду вулиць є: ускладнення силуету вулиць за рахунок підвищення поверховості внутрішньоквартальних будівель; реконструкція будівель за рахунок включення їх в новий обсяг; надбудова, поступове нарощування будівель; спроби образного поповнення втрачених раніше домінант в сучасних будівлях; використання історичних морфотипів будівель в сучасній забудові.

4. При створенні системи вулиць повинні враховуватися принципи: наступності; диференційованого підходу при виділенні в композиції цілісних архітектурно-художніх фрагментів, узагальненого підходу – при необхідності загального погляду на проблеми зовнішнього вигляду вулиці; визначення нових функцій будівель вулиці, відродження і розвитку її традиційних функцій; формування зовнішнього вигляду вулиці за морфотипологічною ознакою; прогнозування розвитку.

5. Особливості проектування та будівництва в історичному середовищі проявляються у вигляді: зміни, ущільнення силуету забудови (перетворення дисперсного типу в осьовий з вузловим, далі в мережевий, як прогноз на майбутнє разущільнення фасаду вулиці, розкриття її в квартальний простір); трансформація візуальних зв'язків між архітектурними об'єктами при ущільненні фасаду вулиці; підвищення поверховості будівель; створення нових видових точок; відновлення втрачених домінант; зміни цілісності, однорідності фрагментів архітектурного середовища; прагнення до ансамблевості забудови, що є метою розвитку вулиць.

6. Методика формування вулиці включає в себе наступні аспекти:



- аналіз структури вулиці з урахуванням принципів її розвитку;
- комплексний аналіз формування вулиці (складається з історико-містобудівного, планувального, функціонального, морфологічного, типологічного, архітектурно-художнього аналізу).



Verweise / References

Chapter 1.

1. Основні засади (Стратегія) державної екологічної політики України на період до 2030 року: Закон України від 28.02.2019 р. №2697-VIII *Відомості Верховної Ради*, 2019. № 16. Ст.70 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19>.

2. Міхалєва М., Столярчук П. Значення екологічної оцінки водних ресурсів та порівняльний аналіз водного законодавства України та Європейського Союзу. *Вимірювальна техніка та метрологія*. № 65. 2005. С. 172–178 URL: <http://ena.lp.edu.ua/bitstream/ntb/23207/1/32-Mikhalieva-172-178.pdf>

3. Герасимчук З. В., Поліщук В.Г. Стимулювання сталого розвитку регіону: теорія, методологія, практика: монографія. Луцьк: РВВ ЛНТУ, 2011. 516 с.

4. Сталий розвиток. URL: <https://www.ecolabel.org.ua/stalij-rozvitok> (дата звернення: 21.09.2017).

5. Про встановлення рамок діяльності Співтовариства в галузі водної політики: Директива 2000/60/ЄС Європейського Парламенту і Ради від 23 жовтня 2000 року URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_962?lang=ru

6. Закон України «Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення» від 10.01.2002 № 2918-III <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2918-14/ed20170621>

7. Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2015 році. Київ: Мінрегіон. URL: <http://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2016/10/Natsionalna-dopovid-za-2015.pdf>

8. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2015 році. Київ: Міністерство екології та природних ресурсів України. ФОР Грін Д.С. 2017. 308 с. URL: <https://menr.gov.ua/news/31768.html>

9. Дмитрієва О. О. Екологічно безпечне водокористування у населених пунктах України: монографія К. : РВПС України НАН України, 2008. 459 с.

10. Проект ДСТУ-Н***Настанови щодо організації екологічно безпечного водовідведення в населених пунктах України. URL: http://www.dea.edu.ua/article/tk_82_rozpochato_obgovorennya_proektu_dstun_nasta_novi_shodo_organizacii_ekologichno_bezpechnogo_vodovidvedennya_v_naselenih_punktah_ukraini (дата звернення: 15.12.2018).

11. Дикаревский В.С., Курганов А.М., Нечаев А.П., Алексеев М.И. Отведение и очистка поверхностных сточных вод: учен. пособие для вузов. Л.: Стройиздат, 1990. 224 с.

12. Телюра Н. О., Покоłodна М. М., Ломакіна О. С. Підходи до розробки екологічних індикаторів сталого розвитку на національному рівні. *Комунальне господарство міст*. 2011. № 101. С. 150–153

13. Телюра Н. О., Дмитрієва О. О., Хоренжая І. В. Положення сталого розвитку та вимоги ЄС щодо екологічної безпеки систем водовідведення



населених пунктів. Комунальне господарство міст. 2018. № 144. С. 57–61.

14. Телюра Н. О. Дмитрієва О. О. Впровадження методу вибору технологій екологічно безпечного водовідведення, як елемент сталого розвитку населених пунктів України. Комунальне господарство міст. 2019. Т. 1. № 147. С. 89–93.

15. Бех Ю. В., Слепцов А.І. Філософські проблеми сучасного управління складними системами: ідеї, принципи і моделі: монографія. Київ: Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2012. С. 35.

16. Спосіб водовідведення у водогосподарських системах населених пунктів, розташованих на евтрофованих водних об'єктах пат. 127470 Україна : № u 2017 10629 ; заявл. 02.11.2017; опубл. 10.08.2018, Бюл. № 15. URL: <http://base.uipv.org/searchINV/getdocument.php?claimnumber=u201710629&doctype=ou> (дата звернення 10.08.2018).

17. Teliura N. Development of the methodological approach to the selection of technologies for environmentally safe water drainage in populated areas. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2018. № 6/10 (96). С. 55–63. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.148689>

18. Саати Т.Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1993. 278 с.

19. Саати Т.Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: Аналитические сети. М.: ЛКИ, 2008. 360 с.

Chapter 2.

1. Фомина Ю.А., Преображенский Ю.П. Принципы индексации информации в поисковых системах // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2010. № 7. С. 98-100.

2. Воронов А.А., Львович И.Я., Преображенский Ю.П., Воронов В.А. Обеспечение системы управления рисками при возникновении угроз информационной безопасности // Информация и безопасность. 2006. Т. 9. № 2. С. 8-11.

3. Казаков Е.Н. Разработка и программная реализации алгоритма оценки уровня сигнала в сети wi-fi // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2016. № 1 (12). С. 13.

4. Савенков А.В., Преображенский Ю.П., Чопоров О.Н. Анализ защищенности информационной сети с помощью графов атак // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2020. № 4 (35). С. 79-82.

5. Савенков А.В., Преображенский Ю.П., Чопоров О.Н. Применение метода анализа иерархий для выбора наиболее эффективного центра обеспечения информационной безопасности для корпоративной сети // // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2020. № 4 (35). С. 83-85.

6. Кабылин В.В., Преображенский Ю.П., Чопоров О.Н. Формализация ценности негативной информации в виде ущерба, нанесённого в результате спам-атаки на узел сети // // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2020. № 4 (35). С. 57-59.

7. Преображенский Ю.П., Чупринская Ю.Л., Кравцова Н.Е. Анализ характеристик, используемых при проектировании беспроводных систем связи



// // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2020. № 3 (34). С. 47-49.

8. Головинов С.О., Хромых А.А. Проблемы управления системами мобильной связи // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2012. № 9. С. 13-14.

9. Болучевская О.А., Горбенко О.Н. Свойства методов оценки характеристик рассеяния электромагнитных волн // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2013. № 3 (3). С. 4.

10. Баранов А.В. Проблемы функционирования mesh-сетей // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2012. № 9. С. 49-50.

11. Мишин Я.А. О системах автоматизированного проектирования в беспроводных сетях // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 153-156.

12. Максимов И.Б. Принципы формирования автоматизированных рабочих мест // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2014. № 12. С. 130-135.

13. Комаристый Д.П., Агафонов А.М., Степанчук А.П., Коркин П.С. Использование информационных систем на предприятиях // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2017. № 2 (21). С. 104-106.

14. Ермолова В.В., Преображенский Ю.П. Архитектура системы обмена сообщений в немаршрутизируемой сети // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2010. № 7. С. 79-81.

15. Максимов И.Б. Классификация автоматизированных рабочих мест // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2014. № 12. С. 127-129.

16. Гостева Н.Н., Гусев А.В. Информационные системы в управлении производством // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2017. № 1 (20). С. 58-60.

17. Суворов А.П., Лесников А.С. Особенности развития современных телекоммуникационных сетей // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2020. № 1 (32). С. 46-48.

18. Преображенский Ю.П., Мясников О.А. Анализ перспектив информационных технологий в сфере интернет вещей // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2020. № 1 (32). С. 43-45.

19. Маричев А.В., Любимов И.В., Преображенский Ю.П. Вопросы социальной инженерии в корпоративной информационной безопасности // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2017. № 2 (21). С. 64-67.

Chapter 3.

1. Розводюк М. П. Діагностування щітково-колекторного вузла електричного двигуна постійного струму / М.П. Розводюк, К.М. Розводюк // International periodic scientific journal «Modern engineering and innovative technologies». – Issue №11. Part 3. March 2020. – С.32-39. – Sergeieva&Co, Karlsruhe, Germany. DOI: 10.30890/2567-5273.2020-11-01-043.

2. Розводюк М.П. Вимірювання інтенсивності іскріння на колекторі електричного двигуна постійного струму / М.П. Розводюк, С.В. Кушнір,



К.М. Розводюк, І.М. Овчар, М.В. Пустовіт // Тези доповідей XLIX Науково-технічної конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКП ВНТУ), м. Вінниця, Вінницький національний технічний університет, 11-20 березня 2020 р. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-feeem/all-feeem-2020/paper/view/8864>

3. Байсадыков М.Ф. Разработка метода оценки интенсивности изнашивания и алгоритма прогнозирования остаточного ресурса щеток тяговых электродвигателей / М.Ф. Байсадыков. Автореф. дис. канд. техн. наук за спец. 05.09.01 – Электромеханика и электрические аппараты. – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный университет путей сообщения», 2020. – 20 с.

4. Харламов В.В. Алгоритм прогнозирования ресурса работы электрических щеток тяговых электродвигателей / В.В. Харламов, Д.И. Попов, М.Ф. Байсадыков // Известия Транссиба. – 2017. – №1 (29). – С. 47-56.

5. Пат. № 100679 РФ, МПК 7 Н 01 R 39/58, 7 G 01 R 31/34. Устройство для измерения интенсивности искрения на коллекторе электрической машины / Харламов В.В., Шкодун П.К., Сергеев Р.В., Афонин А.П. – № 2010129677; заявл.: 15.07.2010; опубл. 20.12.2010, Бюл. №35.

6. Розводюк М.П. Вимірювання зношення щіток та інтенсивності іскріння колекторних електродвигунів / М.П. Розводюк, К.М. Розводюк, С.В. Кушнір // Тези доповідей L Науково-технічної конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКП ВНТУ), м. Вінниця, Вінницький національний технічний університет, 10-12 березня 2021 р. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-feeem/all-feeem-2021/paper/view/11766>

7. Пат. 144373 UA, МПК G01R 31/34 (2020.01), H02K 13/00. Пристрій для вимірювання інтенсивності іскріння на колекторі електричного двигуна постійного струму / Розводюк М.П., Розводюк К.М., Кушнір С.В. – № u2020 02214; заявл. 03.04.2020; опубл. 25.09.2020, бюл. № 18. – 8 с.: кресл.

8. Пат. 144374 UA, МПК G01R 31/34 (2020.01), H02K 13/00. Пристрій для діагностування щітково-колекторного вузла електричного двигуна постійного струму / Розводюк М.П., Розводюк К.М. – № u2020 02215; заявл. 03.04.2020; опубл. 25.09.2020, бюл. № 18. – 10 с.: кресл.

9. Пат. 144846 UA, МПК H02K 13/00, G01R 31/34 (2020.01). Пристрій для моніторингу щітково-колекторного вузла електричного двигуна постійного струму / Розводюк М.П., Кушнір С.В. – № u2020 03473; заявл. 09.06.2020; опубл. 26.10.2020, бюл. № 20. – 10 с.: кресл.

10. Пат. 105570 UA, МПК G07C 3/10, G07C 3/14. Пристрій для контролю електричного двигуна / Грабко В.В., Розводюк М.П., Тимошенко О.Л. (Україна). – № u 2015 09327; заявл. 28.09.2015; опубл. 25.03.2016, Бюл. № 6. – 16 с. : кресл.



Chapter 4.

1.Максимов И.Б. Принципы формирования автоматизированных рабочих мест // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2014. № 12. С. 130-135.

2.Комаристый Д.П., Агафонов А.М., Степанчук А.П., Коркин П.С. Использование информационных систем на предприятиях // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2017. № 2 (21). С. 104-106.

3.Максимов И.Б. Классификация автоматизированных рабочих мест // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2014. № 12. С. 127-129.

4.Гостева Н.Н., Гусев А.В. Информационные системы в управлении производством // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2017. № 1 (20). С. 58-60.

5.Чопоров О.Н., Золотухин О.В., Манакин И.И., Болгов С.В. Методика формирования информационной базы данных для проведения многоуровневого мониторинга и классификационно-прогностического моделирования // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2015. № 14. С. 19-24.

6.Осипов О.Н., Чопоров О.Н., Ружицкий Е. Повышение эффективности управления данными в медицинской корпоративной информационной системе // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2020. № 4 (35). С. 71-74.

7.Завьялов Д.В. О применении информационных технологий // Современные наукоемкие технологии. 2013. № 8-1. С. 71-72.

8.Гостева Н.Н., Гусев А.В. О возможности увеличения эффективности производства // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2017. № 1 (20). С. 76-78.

9.Преображенский Ю.П. Информационные технологии, используемые в сфере менеджмента // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2018. № 2 (25). С. 43-46.

10.Пеньков П.В. Экспертные методы улучшения систем управления // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2012. № 9. С. 108-110.

11.Ермолова В.В., Преображенский Ю.П. Методика построения семантической объектной модели // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2012. № 9. С. 87-90.

12.Филипова В.Н. О применении информационных технологий в туристической сфере // Успехи современного естествознания. 2012. № 6. С. 112-113.

13.Русанов П.И., Юрочкин А.Г. Проблемы сетевого моделирования // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2019. № 1 (28). С. 64-66.

14.Шапаев А.В., Юдаков Д.А., Часовской А.А. Проблемы поиска текстовой информации в больших объемах данных // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2019. № 1 (28). С. 113-115.

Chapter 5.

1. Scheme of Ukraine's Main Oil Pipelines System – Ukrtransnafta. Available at: <https://www.ukrtransnafta.com/en/principal-scheme-of-pp-in-ukraine/>



2. Князева, В. Н., Канюк, Г. И., Мезеря, А. Ю., Андреев, А. В. (2019). Анализ нормативных документов по обеспечению эффективной работы насосных установок магистральных нефтепроводов. Вісник Національного технічного університету «ХП», 5 (1330), 27–33. doi: <https://doi.org/doi:10.20998/2413-4295.2019.05.04>
3. Середюк, М. Д. (2019). Математичне моделювання характеристик нафтових насосів з урахуванням в'язкості транспортованої нафти. Oil and Gas Power Engineering, 1(31), 54–64. doi: [https://doi.org/10.31471/1993-9868-2019-1\(31\)-54-64](https://doi.org/10.31471/1993-9868-2019-1(31)-54-64)
4. Середюк, М. Д., Григорський, С. Я. (2018). Визначення пропускної здатності та енерговитратності двониткових нафтопровідних систем. Міжнародний науковий журнал Інтернаука, 3 (1), 81–87.
5. Середюк, М. Д., Ганжа, М. Є. (2017). Вибір енергоефективних режимів експлуатації магистральних газопроводів за їх неповного завантаження. Науковий вісник ІФНТУНГ, 1(42), 67–72.
6. Середюк, М. Д., Якимів, Й. В., Лісафін, В. П. (2002). Трубопровідний транспорт нафти і нафтопродуктів: [підручник для студ. вищ. навч. закл.]. Івано-Франківськ. Кременчук, 517.
7. Быков, Л. И., Мустафин, Ф. М., Рафиков, С. К., Нечваль, А. М., Лаврентьев, А. Е. (2006). Типовые расчеты при сооружении и ремонте газонефтепроводов: учеб. пособие. Санкт-Петербург: Недра, 824.
8. Тугунов, П. И., Новоселов, В. Ф., Коршак, А. А., Шаммазов, М. А. (2002). Типовые расчеты при проектировании и эксплуатации нефтебаз и нефтепроводов: учебное пособие для ВУЗов. Уфа: ООО «ДизайнПолиграфСервис», 658.
9. Середюк, М. Д., Люта, Н. В. (2004). Технологічні розрахунки режимів роботи насосних станцій магистральних трубопроводів: навч. посіб. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 151. Available at: <http://194.44.112.13/chytalna/473/index.html>
10. Нечваль, А. М. (2005). Основные задачи при проектировании и эксплуатации магистральных нефтепроводов: учебное пособие. Уфа: Изд-во УГНТУ, 81.
11. Муратова, В. И. (2014). Оценка влияния противотурбулентных присадок на гидравлическую эффективность нефтепродуктопроводов [Уфим. гос. нефтяной техн. ун-т]. Available at: <https://dlib.rsl.ru/01007518867>
12. Аль-Дандал, Р. С. (2016). Рациональні режими експлуатації магистральних нафтопродуктопроводів з використанням протитурбулентних присадок [ІФНТУНГ]. Available at: <http://elar.nung.edu.ua/handle/123456789/6952>
13. Дидковская, А. С., Лурье, М. В. (2002). Компьютерный практикум по трубопроводному транспорту нефти и нефтепродуктов. М.: ГУП Изд-во "Нефть и газ" РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 128.
14. Информация о пакетах компьютерных программ, разработанных в научно-исследовательской лаборатории нефтегазовой гидродинамики РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина. Available at:



https://www.gubkin.ru/faculty/pipeline_network_design/chairs_and_departments/designing_and_operation_gasoil_pipeline/lurie/lab3.php?special_version=Y

15. Бахтизин, Р. Н., Пирогов, А. Н., Нечваль, А. М., Пирогов, Н. Е., Сухарников, Л. В. (2018). Моделирование и алгоритмы гидравлического расчета стационарного режима работы нефтепродуктопроводных систем. *Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья*, 3, 27–31. doi: <https://doi.org/https://doi.org/10.24411/0131-4270-2018-10302>

16. Pump selection program. Available at: http://www.agrovodcom.ru/prog_korvet.php

17. Linoff, G. S. (2015). *Data analysis using SQL and Excel*. John Wiley & Sons, 745.

18. Bendre, M., Wattanawaroon, T., Mack, K., Chang, K., Parameswaran, A. (2019). Anti-freeze for large and complex spreadsheets: Asynchronous formula computation. *Proceedings of the 2019 International Conference on Management of Data*, 1277–1294. Available at: <https://people.eecs.berkeley.edu/~adityagp/papers/dataspread-async.pdf>

19. Bendre, M., Wattanawaroon, T., Rahman, S., Mack, K., Liu, Y., Zhu, S., Lu, Y., Yang, P.-J., Zhou, X., Chang, K. C.-C., others. (2019). Faster, higher, stronger: Redesigning spreadsheets for scale. *2019 IEEE 35th International Conference on Data Engineering (ICDE)*, 1972–1975. Available at: <https://people.eecs.berkeley.edu/~adityagp/papers/dataspread-demo2.pdf>

Chapter 6.

1. Lisovska T., Derkach A., Stadnik I., Sukhenko Y., Vasiliev V., 2017. Extruded corn flour for dietary food (in Ukrainian). *Food industry of agricultural industrial complex*, V. 6, p. 40-43.

2. Onishchenko G. G. Balanced diet. Recommended levels of consumption of food and biologically active substances – Available at: http://www.businesspravo.ru/Docum/DocumShow_DocumID_97295.html

3. Onishchenko G. G. Balanced diet. Recommended levels of consumption of food and biologically active substances – Available at: http://www.businesspravo.ru/Docum/DocumShow_DocumID_97295.html

4. Medical and biological requirements and quality sanitary standards of product raw materials and food products approved by the Ministry of Health of USSR 01.08.89 No. 5061-89/– Moscow: Izdatelstvo standartov, 1990. – 185 p.

5. Sytnyk I. P., Udvorgeli L. I., Drobot V. I. Seaweeds as a source of biologically active substances // *Grain storage and processing: scientific and practical journal*. - 2009. – issue 7. - P. 61-62.

6. Rustambekova S. A., Baraboshkina T. A. Microelementoses and environmental risk factors. - Moscow: Logos, 2006. - 112 p.

7. Skalnyi A. V. Ecological and physiological substantiation of the effectiveness of the use of macro- and microelements in cases of homeostasis disorders in the subjects from different climatogeographical regions: extended abstract of dissertation of holder of Habilitation degree in Medicine. 2000. 43 p.



8. Aro A. Alfthan G. 1995. Effects of supplementation of fertilizers on human selenium status in Finland // *Analyst*. Vol.120. P.841-843.

9. Arthur I. R., Beckett G. J. 1994. Role of selenium in type I iodothyronine 5'-deiodinase and in thyroid hormone and iodine metabolism // R. F. Burk (ed.). *Selenium in biology and human health*. N.Y.: Springer-Verlag. P. 93-115.

10. Comstock G. W., Alberg A. J. Huang H. Y., Wu K., Burke A. E., Hoffman S. C., Norkus E. P., Gross M., Cutler R. G., Morris J. S., Spate V.L., Helzlsouer K. J. 1997. The risk of developing lung cancer associated with antioxidants in the blood: ascorbic acid, carotenoids, a-tocopherol, selenium and total peroxy radical absorbing capacity // *Cancer Epidemiol., Biomarkers Prev.* Vol. 6. No. 11. P. 907-916.

11. Samchenko O. N., Chizhikova O. G Use of Ginger family spices as a source of biological active substances in flour products. *Reporter of TSIU*. – 2008. – Issue 4. – P. 67-72.

12. Spasov A. A., Iozhytsa I. N., Ivakhnenko I. V., Gurova N. A. Biologically active food additives in gastroenterology: the current state of the problem - *New drugs and pharmacotherapy news*. – Volgograd, 2002. – Issue 1. – P. 27-40.

13. Shneiderman S. I. Development of products of gerodietic nutrition based on hydrobionts - The current state of aquatic biological resources: scientific. conf. dedicated to the 70th anniversary of S.M. Konovalov, 25-27 of March, 2008. – Vladivostok: TINRO-center, 2008. – P. 957-960.

14. Tesak Y., Golembovska N., Slobodyaniuk N., 2016. Technology of quick-frozen semi-finished products (in Ukrainian). *Transactions of SWorld. Journal*, #45, V. 3, p. 11-14.

15. Prasol Y., Golembovska N., Slobodyaniuk N., Ochkolias O., 2017. Sensory analysis of semi-finished minced fish products by the flavor profile method. *Scientific Bulletin of the Stepan Gzhytskyi Lviv National University of Ukraine*, V. 19, #80, p. 83-87.

16. GOST 7636, 1985. Fish, marine mammals, marine invertebrates and products of their processing. Analysis methods. Publishing house of standards, 121 p.

17. GOST 13496.2, 1991. Feed, compound feed, feed raw materials. Method for the determination of crude fiber. Publishing house of standards, 6 p.

18. Antipova L. V., Glotova I. A., Rogov I. A. 2001. Methods of research of meat and meat products. *Kolos*, pp. 98–118.

19. DSTU ISO 11885, 2005. Water quality. Determination of the content of 33 elements by atomic emission spectrometry using inductively coupled plasma. *Derzhspozhivstandart Urainy*, 19 p.

Chapter 7.

1. Биоэтанол в бензине с 2021 года. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ubr.ua/market/industrial/bioetanol-v-benzine-s-2021-hoda-vyrastut-li-tseny-i-pochemu-neftepererabatyvajushchie-kompanii-protiv-3892881>

2. Гармаш С.Н., Герасименко В.А., Рунова Г.Г. Экобиотехнология переработки отходов с целью получения биоэтанола // *Строительство, материаловедение, машиностроение. Сб. науч. трудов. Серия: БЖД.-Днепропетровск, 2015. - Вып. 83. - С. 77-83.*



3. Гармаш С.Н. Биоконверсия отходов аграрного сектора экономики с целью получения биоэтанола // Вісник Діпропетровського державного аграрно-економічного університету. - Днепр, 2016. - № 1. С. - 32-36.

4. ГОСТ 33872- 2016. Межгосударственный стандарт. Биоэтанол топливный денатурированный. Технические условия. - Москва, Стандартинформ, 2017. - 11с.

5. ДСТУ 7687:2015. Бензини автомобільні Євро. Технічні умови. Чинний від 2015-05-28. - Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2015. - 16 с.

6. ДСТУ Б В.1.1-36:2016. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою [Текст]. – На заміну НАПБ Б.03.002-2007; надано чинності 2017-01-01. – Київ: Мінрегіон України, 2016. – 34 с.

6. Пожароопасные свойства. Биоэтанол. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://helpiks.org/6-53806.html>.

7. Стратегічні пріоритети відродження спиртової галузі в контексті зміцнення енергетичної самодостатності України. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://ukrspirt.com/news/novini_pidpriemstva/strategichni-prioriteti-vidro-1-ennya-spirovoyi-galuzi-v-konteksti-zmicnennya-energetichnoyi-samodostatnosti-ukrayini.html.

8. Amin, Md. Tanjin, - Khan, Faisal, Amyotte, Paul. A Bibliometric Review of Process Safety and Risk Analysis // Process Safety and Environmental Protection. - 2019. - Vol. 126. - P. 366-381.

9. Calvo Olivares, Rivera, Selva, Núñez Mc Leod. Database for accidents and incidents in the fuel ethanol industry // Jorge Journal of Loss Prevention in the Process Industries. – 2015. - Vol. 38. – P. 276-297.

11. Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:EN:PDF>.

12. Wu, Hao, Peñarrubia, Igor, CUI. Process of safety management considerations for biofuel production // Frontiers of Engineering Management. - 2017. - Vol. 4, Iss. 3. - P. 357-367.

13 Roberto Lauri, Biancamaria Pietrangeli. Biorefinery Safety: A Case Study Focused on Bioethanol Production Submitted. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.intechopen.com/books/biorefinery-concepts-energy-and-products/biorefinery-safety-a-case-study-focused-on-bioethanol-production>

14. The fire and explosion risks associated with ethanol production and transportation [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://sites.google.com/site/metropolitanenvironmental/the-fire-and-explosion-risks-associated-with-ethanol-production-and-transportation>

15. Взрывы, связанные с производством этанола [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://stonehousesafety.com/explosions-associated-with-ethanol-production>.



16. Hao Wu, Peñarrubia I., Lin Cui, Jinsong. Process safety management considerations for biofuel production // *Front. Eng. Manag.* – 2017. - № 4(3). – P. 357–367.

17. Guy Marlair, Patricia Rotureau, Hervé Breulet, Sylvain Brohez. Booming development of biofuels for transport: Is fire safety of concern? // *Fire Mater Wiley InterScience.* – 2009. – P. 11-33.

Chapter 8.

1. Иванов В.В., Овчинников А.С., Кочеткова О.В. Концептуальные основы цифровой трансформации АПК Волгоградской области. *Известия НВ АУК.* 2019. 2(54). 18-25. DOI:10.32786/2071-9485-2019-02-1

2. Кочеткова О.В., Матвеев А.С., Ширяева Е.В., Арьков Д.П. Моделирование и анализ процесса «Выполнить научные исследования и проектные работы» с целью внедрения цифровых технологий в базовых хозяйствах аграрного вуза. *Известия НВ АУК.* 2019. 2(54).303-314.

3. Кочеткова О.В. Трансформация бизнес-процессов сельскохозяйственных предприятий для внедрения технологии интернета вещей/ *Academic science - problems and achievements XIX: Pro-ceedings of the Conference.* North Charleston, 23-24.04.2019, Vol. 1 — Morris-ville, NC, USA: Lulu Press, 2019, p.34-38

4. O V Kochetkova, E V Shiryayeva, D P Arkov, A S Matveyev Elaboration of architecture of the enterprise of dairy animal breeding/ *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 873 (2020) 012010,IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/873/1/012010

5. Кочеткова О. В., Матвеев А. С., Арьков Д. П., Ширяева Е. В. Модели использования информационных систем при производстве зерновых в базовых фермерских хозяйствах аграрного вуза с целью внедрения цифровых технологий в базовых хозяйствах аграрного вуза. *Известия НВ АУК.* 2019. 4(56). 237-246.

6. Разработка метода и средств представления модели знаний специалиста в учебно-исследовательских САПР: монография / О.В. Кочеткова, А.А. Казначеева; ФГБОУ ВПО "Волгогр. гос. аграрный ун-т".- Волгоград, ИПК ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ "Нива".2012. - 236с.

7. The Internet of Things: Network and Security Architecture, *The Internet Protocol Journal* Vol 18, No 4

8. Кочеткова О.В., Казначеева А.А., Эпов А.А. Разработка модели знаний и её онтологическое представление в алгоритмах автоматизированного проектирования основязаного трикотажа/ *Современные проблемы науки и образования*; электрон. науч. журнал. - 2012. № 6 - . Режим доступа: <http://www.science-education.ru/106-7535>

Chapter 9.

1. Юревич Е. И. Основы робототехники: учеб. пособие / Е. И. Юревич // – СПб.: БХВ-Петербург, 2017. – 304 с.

2. Barbieri, L., Buno, F., Gallo, A., Muzzupappa, M. and Russo, M.L. (2018),



“Design, prototyping and testing of modular small-sized underwater robotic arm controlled through a master-slave approach”, *Ocean Engineering*, Vol. 158, P. 253 – 262, DOI: 10.1016/j.oceaneng.2018.04.032.

3. H. C., T., Y. and P. 2020 Remote Control of Haptic-enabled Robotic Manipulator”, *IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE-Taiwan)*, 28 – 30 Sept. 2020, Taiwan, DOI: 10.1109/ICCE-Taiwan49838.2020.9258070.

4. Sun, H., Zhang, Y., Xue, J. and Wu, Z. (2014), “The remote control system of the manipulator”, *Proceedings of the 33rd Chinese Control Conference*, 28 – 30 July 2014, Nanjing, China, DOI: 10.1109/ChiCC.2014.6896388.

5. Prabhakar, M., Paulraj, V., Kannappan, D. A. K., Dhanraj, J. A. and Ganapathy, D. (2020), “Remote Controlled Pick and Place Robot”, *International Conference on Robotics, Intelligent Automation and Control Technologies (RIACT 2020)*, 2 – 3 October 2020, Chennai, India, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Vol. 1012, DOI: 10.1088/1757-899X/1012/1/012003.

6. Wright, R. G. (2020), “Remote Control Centers”, in *Unmanned and Autonomous Ships*, Routledge. Taylor and Francis Group, New York, 2020, P. 87 – 113, DOI: 10.1201/9780429450655-5.

7. Кулаков Ф.М. Телеуправление космическими роботами / Ф.М. Кулаков // Известия РАН. Теория и системы управления, 2016, № 4, С. 141 – 192, DOI: 10.7868/S0002338816030124.

8. Liu, G., Geng, X., Liu, L., Wang, Y. (2019), “Haptic based teleoperation with master-slave motion mapping and haptic rendering for space exploration”, *Chinese Journal of Aeronautics*, Vol. 32, Issue 3, March 2019, P. 723 – 736, doi.org/10.1016/j.cja.2018.07.009.

9. Кулаков Ф.М. Методы супервизорного телеуправления космическими роботами / Ф.М. Кулаков // Известия РАН. Теория и системы управления, 2018, № 5, С. 147 – 166, DOI: 10.31857/S000233880002854-8.

10. Юрчик Ф.Д., Быканова А.Ю., Быканов Д.В. Патент RU 2277043С1. Задающее устройство для дистанционного управления манипулятором. Оpubл.: 27.05.2006, Бюл.№ 15.

10. Батрашкин А.П., Богданов А.А., Иксанов М.Р., Кутлубаев И.М., Пермяков А.Ф. Патент RU169864U1. Задающее устройство копирующего манипулятора. Оpubл.: 04.04.2017, Бюл.№ 10.

11. Bogdanov A.A., Zhidenko I.G, Kutlubaev I.M., Kiyatkin D.V., Permyakov A.F. Patent PM № 135956 Russia Federation, Utility model. Master-slave manipulator /applicant and patent holder – Scientific Production Association «Android Technics», № 2013122162; application 14.05.13.

12. Страшнов Е.В., Михайлюк М.В. Методы силового управления манипуляционными роботами в системах виртуального окружения / Е.В. Страшнов, М.В. Михайлюк // International Journal of Open Information Technologies ISSN: 2307-8162 Vol. 7, No.9, 2019, P. 39 – 45.

13. Carpin, S., Lewis, M., Wang, J., Balakirsky, S. and Scrapper, C. (2007), “USARSim: A robot simulator for research and education”, in *Proc. IEEE Conf. Robotics Automation*, Piscataway, NJ, 2007, P. 1400 – 1405.



14. Koenig, N. and Howard, A. (2004), “Design and use paradigms for Gazebo, an open-source multi-robot simulator”, in *IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*, Sep 2004, Sendai, Japan, P. 2149 – 2154.

15. Rohmer, E., Singh, S. P. N. and Freese, M. (2013) “V-REP: A versatile and scalable robot simulation framework”, in *Proc. IEEE/RSJ Int. Conf. Intell. Robots Syst.*, Tokyo, Japan, 2013, P. 1321 – 1326.

16. Michel, O. (2004), “Webots: Professional mobile robot simulation”, *International Journal of Advanced Robotic Systems*, 2004, Vol. 1, No. 1, P. 39 – 42.

17. Камоцкий А.С. Патент RU176660U1. Перчатка виртуальной реальности. Оpubл.: 24.01.2018 Бюл.№ 3

18. Ащепкова Н.С. Метод кинематического и динамического анализа манипулятора с использованием Mathcad / Н.С. Ащепкова // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – Харьков. – 2015. - № 5(7) 77. – С. 54 – 63.

19. Колюбин С.А. Динамика робототехнических систем. Уч. пособие / С.А. Колюбин. – СПб.: Университет ИТМО, 2017. – 117 с.

20. Ащепкова Н.С. Патент UA146657U. Пристрій дистанційного керування антропоморфним маніпулятором. Оpubл.: 10.03.2021 Бюл.№ 10

Chapter 10.

1. Тищенко Н. М. Введение в проектирование систем управления / Н. М. Тищенко. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 248 с.

2. Автоматизированное проектирование систем управления / Под ред. М. Джамшиди и др. ; пер. с англ. В. Г. Дунаева и А. Н. Косилова. – М. : Машиностроение, 1989. – 344 с.

3. Хетагуров Я. А. Проектирование автоматизированных систем обработки информации и управления (АСОУИ) / Я. А. Хетагуров. – М. : Высшая школа, 2006. – 223 с.

4. Автоматизированное проектирование систем автоматического управления / Я. Я. Алексакин, А. Е. Бржозовский, В. А. Жданов и др. : под ред. В. В. Солодовникова – М. : Машиностроение, 1990. – 332 с.

5. Таланчук П. М. Основы теории и проектирования измерительных приборов : учебное пособие / П. М. Таланчук, В. Т. Рущенко. – К. : Вища школа, 1989. – 454 с.

6. Лазарев В. Г. Синтез управляющих автоматов / В. Г. Лазарев, Е. И. Пийль. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергия, 1978. – 408 с.

7. Кузнецов О. Дискретная математика для инженера : учебное пособие / О. Кузнецов. – 6-е изд., стереотипное. – СПб. : Издательство «Лань», 2014. – 400 с.

8. Горбатов В. А. Семантическая теория проектирования автоматов / В. А. Горбатов. – М. : Энергия, 1979. – 264 с.

9. Захаров Н. Г. Синтез цифровых автоматов : учебное пособие / Н. Г. Захаров, В. Н. Рогов. – Ульяновск : УЛГТУ, 2003. – 250 с.



10. Баранов С. И. Микропрограммирование: принципы, методы, применения / С. И. Баранов, А. А. Баркалов // Зарубежная радиоэлектроника. – 1984. – № 5. – С. 3-29.
11. Гилмор Ч. Введение в микропроцессорную технику / Ч. Гилмор. – М.: Мир, 1984. – 334 с.
12. Иьуду К. А. Надежность, контроль и диагностика вычислительных машин и систем / К. А. Иьуду. – М.: Высшая школа, 1989. – 216 с.
13. Ерофеев А. А. Теория автоматического управления : учебник для вузов / А. А. Ерофеев. – СПб. : Политехника, 2003. – 302 с.
14. Гостев В. И. Оптимальне керування складними об'єктами / В. И. Гостев, О. А. Баранов, І. П. Лісовий, С. О. Шматок. – К. : Радіоаматор, 2000. – 208 с.

Chapter 11.

1. Бережная Е.В. Оценка риска для здоровья населения г. Воронежа при воздействии химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2013. № 1 (1). С. 2.
2. Есауленко И.Э., Клименко Г.Я., Созаева В.Н., Чопоров О.Н. Проблемы здравоохранения промышленно развитого региона в современных условиях // Воронеж, 1999, 263 с.
3. Лисицкий Д.С., Преображенский Ю.П. Построение имитационной модели социально-экономической системы // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2008. № 3. С. 135-136.
4. Максимов И.Б. Принципы формирования автоматизированных рабочих мест // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2014. № 12. С. 130-135.
5. Комаристый Д.П., Агафонов А.М., Степанчук А.П., Коркин П.С. Использование информационных систем на предприятиях // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2017. № 2 (21). С. 104-106.
6. Максимов И.Б. Классификация автоматизированных рабочих мест // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2014. № 12. С. 127-129.
7. Гостева Н.Н., Гусев А.В. Информационные системы в управлении производством // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2017. № 1 (20). С. 58-60.
8. Чопоров О.Н., Косолапов В.П., Наумов Н.В., Гацайниева Х.А. Интегральное оценивание и прогностическое моделирование состояния здоровья беременных, рожениц и родильниц с учетом их медико-социальных характеристик // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2012. № 9. С. 91-95.
9. Болучевская О.А., Филипова В.Н. Вопросы современной экологической безопасности // Современные исследования социальных проблем. 2011. Т. 5. № 1. С. 147-148.
10. Преображенский Ю.П., Преображенская Н.С. Применение имитационно-семантического моделирования и полумарковских процессов



принятия решений в клинической практике // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2010. № 6. С. 83-89.

11. Львович Я.Е., Питолин А.В., Сорокин С.О. Оптимизация проектирования многоаспектной цифровой среды системы однородных объектов на основе процедур декомпозиции и агрегации // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2019. Т. 7. № 2 (25). С. 186-195.

12. Махер Х.А., Наумов Н.В., Клименко Г.Я., Чопоров О.Н. Разработка и использование моделей для прогнозирования качества жизни беременных по их медико-социальным характеристикам // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2011. Т. 10. № 4. С. 789-793.

13. Клименко Г.Я., Стародубов В.И., Говоров С.В., Костюкова Н.Б., Чопоров О.Н. Исследование качества жизни беременных женщин как новый интегральный показатель оценки состояния их здоровья // Успехи современного естествознания. 2010. № 9. С. 131-132.

14. Сыч Г.В., Косолапов В.П., Чопоров О.Н. Анализ значимости индивидуальных медико-социальных факторов риска и прогностическое моделирование развития онкологических заболеваний // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2016. Т. 24. № 6. С. 366-370.

15. Чопоров О.Н., Золотухин О.В., Манакин И.И., Болгов С.В. Методика формирования информационной базы данных для проведения многоуровневого мониторинга и классификационно-прогностического моделирования // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2015. № 14. С. 19-24.

16. Чопоров О.Н., Болгов С.В., Манакин И.И. Особенности применения методов интеллектуального анализа данных и многоуровневого мониторинга при решении задачи рационализации медицинской помощи // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2015. № 1 (8). С. 2.

17. Косолапов В.П., Чесноков П.Е., Клименко Г.Я., Чопоров О.Н. Особенности репродуктивного здоровья населения воронежской области на фоне ЦЧР // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2010. Т. 9. № 3. С. 649-655.

18. Клименко Г.Я., Косолапов В.П., Чопоров О.Н. Медико-биологические и социально-гигиенические факторы риска перинатальной и младенческой смертности на муниципальном уровне // Проблемы управления здравоохранением. 2003. № 2. С. 15-18.

19. Осипов О.Н., Чопоров О.Н., Ружицкий Е. Повышение эффективности управления данными в медицинской корпоративной информационной системе // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2020. № 4 (35). С. 71-74.

Chapter 12.

[1] E. P. Lafortune, Y. D. Willems, "Rendering participating media with bidirectional path tracing", Proceedings of the eurographics workshop on Rendering techniques '96, pp. 91-100.

[2] C. Kulla, M. Fajardo, "Importance Sampling Techniques for Path Tracing in Participating Media". Computer Graphics Forum 31(4) June (2012).



- [3]L. Fascione, J. Hanika, M. Leone, M. Droske, J. Schwarzhaupt, T. Davidovic, A. Weidlich, J. Meng, "Manuka: A Batch-Shading Architecture for Spectral Path Tracing in Movie Production". ACM Transactions on Graphics 37(3), August 2018, Article No.: 31
- [4]L. Fascione, J. Hanika, R. Pieke, R. Villemin, C. Hery, M. Gamito, L. Emrose, A. Mazzone, "Path tracing in production", ACM SIGGRAPH 2018 Courses August 2018 Article No.: 15 pp. 1–79.
- [5]H. W. Jensen, "Global illumination using photon maps". In Rendering Techniques, Proceedings of the Eurographics Workshop on Rendering 1996. 21–30.
- [6]H. W. Jensen, P. H. Christensen, "Efficient simulation of light transport in scenes with participating media using photon maps". In Annual Conference Series, Proceedings of SIGGRAPH 1998. 311–320.
- [7]B. Bitterli, W. Jarosz, "Beyond points and beams: Higher dimensional photon samples for volumetric light transport". ACM Transactions on Graphics, Proceedings of SIGGRAPH'17 36, 4 (July 2017), 1–12.
- [8]T. Hachisuka, S. Ogaki, H. W. Jensen, "Progressive photon mapping". ACM Transactions on Graphics, Proceedings of SIGGRAPH Asia, 27, 5 (2008), 130:1–130:8.
- [9]J. Kautz, P. P. Sloan, J. Lehtinen, "Precomputed Radiance Transfer: Theory and Practice". SIGGRAPH '05: July 2005
- [10]Vyatkin S. I., Romanyuk O. N., Pavlov S.V., Romanyuk O. V., Snigur A.V., Komada P., Smailova S., Yeraliyeva B. A function-based approach to real-time visualization using graphics processing units // Proc. SPIE: Photonics Applications in Astronomy, Communications, and Industry, High Energy Physics Experiments, 2020. Vol. 11581, 115810E.

Chapter 13.

1. Відеоадаптери. Архітектура комп'ютерів [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://archcom.ptngu.com/newtema_24.html
2. Еволюція дискретних відеокарт [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.ferra.ru/review/computers/graphic-apapter-videocards-evolution-part-4.htm>
3. Романюк О. Н. Аналіз архітектур відеокарт компанії NVIDIA / О. Н. Романюк, Даньковська, С. І. Вяткін // Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції "Електронні ресурси: створення, використання, доступ", Вінниця, грудень 2014 р. –2014. – С. 3-15.
4. Романюк О. Н. Аналіз тенденцій розвитку відеокарт / О. Н. Романюк, О. О. Дудник // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. - 2017. - № 2. - С. 114-119.
5. Революція в світі графічних процесорів [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://compress.ru/article.aspx?id=169>
<https://compress.ru/article.aspx?id=16963>.
6. Романюк О. Н. Класифікація графічних відеоадаптерів / О. Н. Романюк, Р. Ю. Довгалюк, С. В. Олійник // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Сер. : Інформатика, кібернетика та обчислювальна



техніка. - 2011. - Вип. 14. - С. 211-215.

7. Романюк О. Н. Високопродуктивні методи та засоби зафарбовування тривимірних графічних об'єктів. Монографія. // О. Н. Романюк – Вінниця : УНІВЕСУМ-Вінниця, 2006.

8. Романюк О. Н. Аналіз висопродуктивних відеокарт / О. Н. Романюк, С. О. Романюк, О. В. Поліщук // «Predni vedeske novinky-2013» : materialy IX mezinarodni vedecko-prakticka conference, 27 srpna-05 zari 2013 roku. – Praha, 2013. – С. 11-13

9. Романюк О. Н. Аналіз архітектур графічних відеокарт / О. Н. Романюк, Д. Т. Обідник, О. В. Поліщук, П. О. Величко // П'ята міжнародна науково-технічна конференція "Моделювання та комп'ютерна графіка", Донецьк, 24-27 вересня 2013 р. – Донецьк : ДонНТУ, 2013. – С. 132–138.

10. Вяткин С. И. Function-based GPU architecture /С. И. Вяткин, С. А. Романюк, С. В. Павлов, А. А. Дудник // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. - 2015. - № 1. - С. 139-144.

11. Романюк О. Н., Кательніков Д. І., Денисюк А. В., Захарчук М. Д. Аналіз архітектури AMPERE побудови відеокарт. The 6th International scientific and practical conference “Priority directions of science and technology development” (February 20-22, 2021), Kyiv, Ukraine. 2021. p 264-269.

12. Романюк, О. Н. Аналіз архітектури VOLTA відеокарт / О. Н. Романюк, Ю. О. Панфілова, А. Л. В. Чан // Інформаційні технології і автоматизація – 2018 : зб. доп. XI Міжнар. наук.-практ. конф., Одеса, 4–5 жовт. 2018 р. / Одес. нац. акад. харч. технологій ; ред. кол.: С. В. Котлик, В. А. Хобін. – Одеса, 2018. – Ч. II. – С. 13–15.

13. Вяткін С. І. Еволюція конвеєра рендерингу в відеокартах / С. І. Вяткін, О. Н. Романюк, О. О. Дудник. // Електронні інформаційні ресурси : створення, використання, доступ : збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції, м. Вінниця, жовтень 2016 р. – Вінниця, 2016. – С. 486-489..

14. Романюк О. Н. Застосування відеокарт для неграфічних обчислень / О. Н. Романюк, Р. Ю. Довгалюк, С. І. Вяткін, Д. Л. Благодир // Одинадцята Міжнародна науково-технічна конференція «ВОТТІ-2011», 5-8 червня 2012 р. – Хмельницький, 2012. – С. 23-24.

Chapter 14.

1.Бережная Е.В. Оценка риска для здоровья населения г. Воронежа при воздействии химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2013. № 1 (1). С. 2.

2.Есауленко И.Э., Клименко Г.Я., Созаева В.Н., Чопоров О.Н. Проблемы здравоохранения промышленно развитого региона в современных условиях // Воронеж, 1999, 263 с.

3.Лисицкий Д.С., Преображенский Ю.П. Построение имитационной модели социально-экономической системы // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2008. № 3. С. 135-136.



4.Максимов И.Б. Принципы формирования автоматизированных рабочих мест // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2014. № 12. С. 130-135.

5.Комаристый Д.П., Агафонов А.М., Степанчук А.П., Коркин П.С. Использование информационных систем на предприятиях // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2017. № 2 (21). С. 104-106.

6.Максимов И.Б. Классификация автоматизированных рабочих мест // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2014. № 12. С. 127-129.

7.Гостева Н.Н., Гусев А.В. Информационные системы в управлении производством // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2017. № 1 (20). С. 58-60.

8.Чопоров О.Н., Косолапов В.П., Наумов Н.В., Гацайниева Х.А. Интегральное оценивание и прогностическое моделирование состояния здоровья беременных, рожениц и родильниц с учетом их медико-социальных характеристик // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2012. № 9. С. 91-95.

9.Болучевская О.А., Филипова В.Н. Вопросы современной экологической безопасности // Современные исследования социальных проблем. 2011. Т. 5. № 1. С. 147-148.

10.Преображенский Ю.П., Преображенская Н.С. Применение имитационно-семантического моделирования и полумарковских процессов принятия решений в клинической практике // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2010. № 6. С. 83-89.

11.Львович Я.Е., Питолин А.В., Сорокин С.О. Оптимизация проектирования многоаспектной цифровой среды системы однородных объектов на основе процедур декомпозиции и агрегации // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2019. Т. 7. № 2 (25). С. 186-195.

12.Махер Х.А., Наумов Н.В., Клименко Г.Я., Чопоров О.Н. Разработка и использование моделей для прогнозирования качества жизни беременных по их медико-социальным характеристикам // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2011. Т. 10. № 4. С. 789-793.

13.Клименко Г.Я., Стародубов В.И., Говоров С.В., Костюкова Н.Б., Чопоров О.Н. Исследование качества жизни беременных женщин как новый интегральный показатель оценки состояния их здоровья // Успехи современного естествознания. 2010. № 9. С. 131-132.

14.Сыч Г.В., Косолапов В.П., Чопоров О.Н. Анализ значимости индивидуальных медико-социальных факторов риска и прогностическое моделирование развития онкологических заболеваний // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2016. Т. 24. № 6. С. 366-370.

15.Чопоров О.Н., Золотухин О.В., Манакин И.И., Болгов С.В. Методика формирования информационной базы данных для проведения многоуровневого мониторинга и классификационно-прогностического моделирования // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2015. № 14. С. 19-24.

16.Чопоров О.Н., Болгов С.В., Манакин И.И. Особенности применения методов интеллектуального анализа данных и многоуровневого мониторинга



при решении задачи рационализации медицинской помощи // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2015. № 1 (8). С. 2.

17. Косолапов В.П., Чесноков П.Е., Клименко Г.Я., Чопоров О.Н. Особенности репродуктивного здоровья населения воронежской области на фоне ЦЧР // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2010. Т. 9. № 3. С. 649-655.

18. Клименко Г.Я., Косолапов В.П., Чопоров О.Н. Медико-биологические и социально-гигиенические факторы риска перинатальной и младенческой смертности на муниципальном уровне // Проблемы управления здравоохранением. 2003. № 2. С. 15-18.

19. Осипов О.Н., Чопоров О.Н., Ружицкий Е. Повышение эффективности управления данными в медицинской корпоративной информационной системе // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2020. № 4 (35). С. 71-74.

Chapter 15.

1. Вітер Д.В. Митна політика і стратегія митної безпеки ЄС у контексті спільної Європейської політики безпеки / Д.В. Вітер // Митна безпека. – 2013. – № 1-2. – С. 164-169.

2. Серия ISO 31000: ISO/IEC 31010:2009 “Risk management – Risk assessment techniques” «Менеджмент рисков. Методы оценки рисков»; ISO 31000:2009 «Менеджмент рисков. Принципы и руководящие указания»; ISO/TR 31004:2013 «Менеджмент рисков. Руководство по внедрению ISO 31000».

3. ISO/IEC 98-3, Uncertainty of measurement – Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995) // (Руководство ИСО/МЭК 98-3 Неопределённость измерений. – Часть 3: Руководство по выражению неопределённости измерений (GUM:1995).

4. Строганова Развитие принципа достоверности подтверждения соответствия. // Технологии информационного общества: спец. выпуск. Т-Comm, 2009, август. С. 138-140.

5. Коновалова Н.С., Полухина Н.Г. Мюонная радиография как современный метод зондирования промышленных и природных объектов. Инноватика и экспертиза. 2015. Выпуск 2 (15). С. 52-66.

6. Alvarez L.W., Anderson J.A., Bedwei F.E / et al. Search for hidden chambers in the pyramids, Science, 167, 1970, 832.

7. Aleksandrov A.B., Bagulya A.V., Vladimirov M.S., Galkin V.I., Dedenko L.G. et al. Test experiments on muon radiography in Russia based on emulsion track detectors. Letters to ECHAYA, 2015, vol. 12. No. 5 (196), p. 1100-1111.

8. Vasilchenko Yu.V., Dudkin G.N., Padalko V.N. The method of tomographic control of bulky goods. Patent RU 2072513 C1, G01N 23/04, publ. 01/27/1997.

9. Bogomolov A.S. Method and device for detecting smuggling. Patent RU 2300096 C2, G01N 23/22, publ. 05/27/2007.

10. Jaenisch H.M. Automated target shape detection for vehicle muon tomography. Patent US 7945105 B1, G06K 9/36, publ. 05/17/2011.



11. Усов О.В. Принципы и методики организации применения инспекционно-досмотровых комплексов [Текст] / О.В. Усов // Вестник Российской таможенной академии. – 2014. – № 2(27). – С. 91-96.
12. Andreeva N.S., Budnik S.V., Bryazgin A.A. And others. Radiation technologies: view from Russia //Radiation technologies, RVC, Moscow, 2015. pp. 26-27.
13. Myachin A.N., Ulupov Yu.G., Zubov V.A., Lukoyanov S.A. Inspection and inspection complexes. - St. Petersburg: RIO St. Petersburg branch of the RTA, 2007 - 153 p.
14. Dyakonov V.N., Kazurov B.K., Malyshenko Yu.V., Rudenok V.P. Theory and practice of using technical means of customs control. - M., 2006 - 524 p.
15. Тарасенко Ю.С. Фізичні основи радіолокації. Дніпро: Пороги, 2011. 487 с.
16. Гринев А.Ю. Вопросы подповерхностной радиолокации / А.Ю. Гринев. – М.: Радиотехника, 2005. – 416 с.

Chapter 16.

1. Хрутьба В.О. Огляд науково-теоретичних аспектів безпеки об'єктів критичної інфраструктури транспорту / В.О. Хрутьба, В.І. Зюзюн, Д.С. Неведров // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Серія : Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. – 2019. – № 2. – С. 60–65.
2. Васильєв О. В., Чупіков А. А. Критерії оцінки економічної безпеки вантажних автотранспортних підприємств. Економіка та держава. 2018. № 4. С. 17–21.
3. Утенкова К.О. Дестабілізуючі чинники зовнішнього і внутрішнього середовища підприємства та їх вплив на економічну безпеку. Економіка та держава. 2019. № 8. С. 44–50. DOI: 10.32702/2306-6806.2019.8.44
4. Nyoni, Wonder & Pillay, Manikam & Rubin, Mark & Jefferies, Marcus. (2019). Organizational Factors, Residual Risk Management and Accident Causation in the Mining Industry: A Systematic Literature Review. 10.1007/978-3-319-94589-7-2.
5. Ковальов В. Г. Система забезпечення транспортної безпеки: теоретична інтерпретація / В. Г. Ковальов // Публічне управління та митне адміністрування. – 2017. – № 2. – С. 204–213. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vamscudu_2017_2_34.
6. Матеріали круглого столу з питань оновлення Національної транспортної стратегії України до 2030 року. URL : <http://mtu.gov.ua/content/krugliy-stil-zpitan-onovlennya-nacionalnoi-transportnoi-strategii-ukraini-do-2030-roku.html>
7. Біла книга ЄС – Транспорт. URL: http://www.transport-ukraine.eu/sites/default/files/white_book_transport_2050_ukr_0.pdf.
8. Tagar, Synthia & Pulugurtha, Srinivas. (2018). Transportation Safety. 221-231. 10.1061/9780784481530.022.
9. Николис Г., Пригожин И. Познание сложного. – М.: Мир, 1990. – 342 с.



10. Генри Р. Нив. Пространство доктора Деминга. Принципы построения устойчивого бизнеса. М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. – 370 с.

11. Nævestad, Tor-Olav & Hesjevoll, Ingeborg & Phillips, Ross. (2018). How can we improve safety culture in transport organizations? A review of interventions, effects and influencing factors. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*. 54. 28-46. 10.1016/j.trf.2018.01.002.

12. Mokarami, Hamidreza & Alizadeh, Seyed Shamseddin & Rahimi Pordanjani, Tayebe & Varmazyar, Sakineh. (2019). The relationship between organizational safety culture and unsafe behaviors, and accidents among public transport bus drivers using structural equation modeling. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*. 65. 46-55. 10.1016/j.trf.2019.07.008.

13. Salem, Camille & Vayalamkuzhi, Praveen & Grembek, Offer & Medury, Aditya & Enschede, John. (2021). Process Mapping of Stakeholders in Transportation Safety Management. *Journal of Management in Engineering*. 37. 04020103. 10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000875.

14. Reason J. *Managing the Risks of Organizational Accidents*. London: Imprint Routledge, 272 p.

Chapter 17.

1. Review of maritime transport 2020. – available online: <https://unctad.org/webflyer/review-maritime-transport-2020>

2. Онищенко С.П. Специфика рыночных рисков и мероприятий по их снижению в современном судоходном бизнесе /С.П.Онищенко, Т.Н.Шутенко // Актуальні проблеми економіки - №2 (128). – 2012. - С.85-98.

3. Вишневецький Д. О. Аналіз кризової ситуації в сфері морського транспорту України / Д. О. Вишневецький, О. Д. Вишневецька // Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития – 2010 : материалы междунар. науч.-практ. конф. Одесса, 4-15 октяб. 2010 г. – Т. 1: Транспорт, туризм и рекреация, физическое воспитание и спорт. – Одесса: Черноморье, 2010. – С. 10-13.

4. Синя книга ЄЕК ООН. – available online: <https://www.unecsc.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2017/sc3wp3/ECE-TRANS-SC3-144-Rev.3r.pdf>

5. Стратегічний план розвитку на період до 2020 року державного підприємства «Адміністрація морських портів України» - available online: <http://www.uspa.gov.ua/diyalnist/normativna-dokumentatsiya>

6. Показники вантажообігу по портах та показники роботи з 2013 – 2020. - available online: <http://www.uspa.gov.ua/pokazniki-roboti>

7. Звіт Світового банку «Вдосконалення управління портовою галуззю України. Консолідація контролю за користуванням портовими територіями та наближення до моделі управління «порт-лендлорд»: світовий досвід і перспективи реформування в українському контексті». - available online:

<http://www.uspa.gov.ua/investoram/nablizhennya-do-modeli-upravlinnya-port-lendlord>



8. Fairway Rehabilitation and Maintenance Master Plan for the Danube and its navigable tributaries. - available online:

<http://www.fairwaydanube.eu/docategory/project-files/>

Chapter 18.

1. Вечерський В. . Проблеми збереження історичного образу міста. *Видавництво Львівської політехніки*, Львів, 2011. С. 68-73.

2. Осиченко Г. О. *Методичні основи реконструкції композиційних структур історичних міст (на прикладі міст Центральної України)*: автореф. дис. ... канд. архітектури. Харків, 2006. 24 с.

3. Наркевич М. Реконструкция городской застройки и зданий, методы реконструкции, надстройка этажей, инсоляция жилой застройки. *Безопасность строительного фонда России. Проблемы и решения*, 2006. С. 25-129.

4. Вербицкий Д. О., Леонова А. Н. Энергоэффективность при строительстве и реконструкции зданий. *Экологические, инженерно-экономические, правовые и управленческие аспекты развития строительства и транспортной инфраструктуры*. Краснодар, 2017. С. 32-37.

5. Фильваров Г. И., Крыжановский В. Л., Быстрыков И. К. *Экономия энергоресурсов в градостроительстве*. К.: «Будівельник», 1985. 104 с.

6. Ковальов В. В. Організація модернізації транспортно-дорожньої інфраструктури при комплексній реконструкції міської забудови. *Науковий вісник будівництва*. 2018. Вип. 92, № 2. С. 167-172.

7. Пекарчук О. П. Реконструкція багатоквартирного житла з позиції економічної ефективності проектних вирішень. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. 2013. № 757. С. 117-123.

8. Шеремета ЯМ, Плешкановська АМ. Рентабельність інвестиційних проектів при реконструкцію застарілого житлового фонду. *Містобудування та територіальне планування*. 2012. Вип. 44, С. 549-555.

9. Бочаров Ю. П., Фильваров Г. И. *Производство и пространственная организация города*. М.: Стройиздат, 1987. 255 с.

10. Бірюк С. П. Містобудівні фактори та критерії вибору напрямів реконструкції промислових територій. *Сучасні проблеми архітектури та містобудування*. К.: КНУБА, 2013. Вип. 32, С. 263-270.

11. Петришин Г. П., Криворучко Ю. І. Сучасні концепції ландшафтної архітектури у сталому розвитку міського середовища. *Науковий та педагогічний супровід сталого розвитку: дискурс*. 2019, С. 306-328.

12. Плешкановська А. М. *Методологія комплексної реконструкції міста*: автореф. дис. ... докт. техн. наук: 05.23.20. Київ, 2013. 40 с.

13. Плешкановська А. М., Савченко О. Д. *Епохи та міста*: монографія. Київ: Інститут Урбаністики, 2019. 264 с.

14. Форрестер Дж. *Динамика развития городов*; пер. с англ. Москва: Прогресс, 1974. 287 с.

15. ДБН А.2.2-3:2014. *Склад та зміст проектної документації на будівництво*. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2014. 33 с.

16. ДБН В.2.2-15:2019. *Житлові будинки. Основні положення*. Вид. офіц.



Київ: Мінрегіон України, 2019. 44 с.

17. ДБН Б.2.2-12:2019. *Планування і забудова територій*. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2019. 177 с.

18. *Нова програма розвитку міст*. Translation in Ukrainian provided by the United Nations in Ukraine. United Nations. 2016. Режим доступу: <http://uploads.habitat3.org/hb3/NUA-Ukrainian.pdf>

19. Gehl J. *Life between buildings: using public space*. Washington, 2011. 207. Режим доступу: file:///C:/Users/User/Downloads/jan_Gehl_Life_Between_Buildings.pdf

20. Jacobs J. *The Death and Life of Great American Cities*. 1993. Новое издательство, 2011. 490. Режим доступу: http://www.engine.org/pars_docs/refs/52/51762/51762.pdf

21. Таллон А. *Urban Regeneration in the UK*. 2013. 320. Режим доступу: file:///C:/Users/User/Downloads/Urban_Regeneration_in_the_UK.pdf

Chapter 19.

1. ДБН В.1.2-14-2009 Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ.

2. ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи. Норми проектування.

3. ДБН В.2.6-162:2010 Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення.

4. ДБН В.2.6-98:2009 Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення.

5. ДБН В.2.6-31:2006 Теплова ізоляція будівель.

6. ДБН В.1.1-7-2002 Пожежна безпека об'єктів будівництва.

7. ДБН В.1.2-10-2008 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Основні вимоги до будівель і споруд. Захист від шуму.

8. ДБН В. 1.4-2.01-97 Система норм та правил зниження рівня іонізуючих випромінювань природних радіонуклідів в будівництві. Радіаційний контроль будівельних матеріалів та об'єктів будівництва.

9. ДСТУ Б В.2.7-45-2010 (зі зміною № 1) Будівельні матеріали. Бетони ніздрюваті. Загальні технічні умови.

10. ДСТУ Б. В.2.7-137:2008 (зі зміною № 1) Будівельні матеріали. Блоки з ніздрюватого бетону стінові дрібні. Технічні умови

11. ДСТУ Б В.2.7-164:2008 Будівельні матеріали. Вироби з ніздрюватого бетону теплоізоляційні. Технічні умови.

12. ДСТУ-Н Б В.1.2-13:2008 Настанова. Основи проектування конструкцій.

13. ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009 Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Виконання вимірювань, розрахунків та контроль точності геометричних параметрів. Настанова.

14. ДСТУ Б В.2.6-156:2010 Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування.

15. ДСТУ Б В.2.7-19-95 Матеріали будівельні. Методи випробувань на горючість.



16. ДСТУ Б В.2.7-41-95 Матеріали і вироби будівельні. Метод визначення теплопровідності поверхневим перетворювачем.

17. ДСТУ Б В.2.7-105-2000 Матеріали і вироби будівельні. Метод визначення теплопровідності і термічного опору при стаціонарному тепловому режимі.

18. ДСТУ Б В.2.7-165:2008 (EN ISO 12571:2000, NEQ) Будівельні матеріали. Методи визначення гігроскопічної сорбції будівельних матеріалів та виробів.

19. ДСТУ Б В.2.7-170:2008 (зі зміною №1) Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення середньої густини, вологості, водопоглинення, пористості і водонепроникності.

20. ДСТУ Б В.2.7-214:2009 Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення міцності за контрольними зразками.

21. ДСТУ Б В.2.7-215:2009 Будівельні матеріали. Бетони. Правила підбору складу.

22. ДСТУ Б В.2.7-221:2009 Будівельні матеріали. Бетони. Класифікація і загальні технічні вимоги.

23. ДСТУ Б В.2.7-224:2009 Будівельні матеріали. Бетони. Правила контролю міцності.

24. <https://pp-budpostach.com.ua/a252358-yakoyi-tovschini-povinna.html>

25. https://aeroc.ua/wp-content/uploads/2020/08/Instrukcia_korystuvacha_2020.pdf

26. <https://drive.google.com/file/d/0B5lhmrCpNWmibzRMdVdwbWlrblE/view>

27. <https://gazobeton.org/uk/advantages>

Chapter 20.

1. Всесвітня організація охорони здоров'я [Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://www.who.int/ru/news-room/detail/02-05-2018-9-out-of-10-people-worldwide-breathe-polluted-air-but-more-countries-are-taking-action>

2. Центральна геофізична обсерваторія імені Бориса Срезневського [Електронний ресурс] // Режим доступу: http://cgo-sreznevskyi.kiev.ua/index.php?fn=u_zabrud&f=ukraine

3. Державна служба статистики України [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>

4. Центральна геофізична обсерваторія імені Бориса Срезневського [Електронний ресурс] // Режим доступу: http://cgo-sreznevskyi.kiev.ua/index.php?fn=k_zabrud&f=kyiv.

5. Влияние выхлопных газов на организм людей. – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://otravlenye.ru/vidy/himicheskie/vliyanie-vyhlopnih-gazov-na-organizm-lyudej.html>

6. Вяткин М. Ф., Куимова М. В. О влиянии выхлопных газов автомобилей на здоровье человека // Молодой ученый. – 2015. — №10. – С. 87-88. – URL <https://moluch.ru/archive/90/19172/>

7. Загрязнение окружающей среды выхлопными газами. – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://yabrukova.21310s16.edusite.ru/p65aa1.html>.



8. Автомобиль и человек. Помощь или вред? – [Электронный ресурс].
Режим доступа: <http://eco.na5bal.ru/eco/2630/index.html>

9. Тупикин, Е.И. Общая биология с основами экологии и природоохранной деятельности: Учебн. пособие для нач. проф. Образования. – М.: Издательский центр «Академия», 2002.

Chapter 21.

1. Кравец В.И., Пыхтин С.А. Флористическое направление в органической архитектуре (симметрия в природе и архитектуре). // Сучасні проблеми архітектури та містобудування. Випуск 19. 2008. – С. 63-75.

2. Шевелев И.Ш., Марутаев М.А., Шмелев И.П. Золотое сечение: Три взгляда на природу гармонии. –М.: Стройиздат, 1990. – 343 с.

3. <https://nata-nedizainer.livejournal.com/13879.html>

4. Гримм Г.Д. Пропорциональность в архитектуре. М.: ОНТИ, 1935. – 148 с.

5. <https://hotels24.ua/news/Елецкий-Успенский-монастырь-в-Черигове-10231329.html>

6. <https://studopedia.info/5-19219.html>

7. Шевелев И.Ш. Логика архитектурной гармонии. М.: Стройиздат, 1972. – 191 с.

8. Православные храмы. В трех томах. Том 2. Православные храмы и комплексы: Пособие по проектированию и строительству (к СП 31-103-99). МДС 31-9.2003/АХЦ «Арххрам». - М.: ГУП ЦПП, 2003.

9. Кравец В.И., Пыхтин С.А. Геометрия языка архитектуры и природы // Науковий вісник будівництва, ХДТУБА, №51. 2009. – С.5-8.

10. <https://gs1.com.ua/churches>

11. <https://gs1.com.ua/churches?page=2>

Chapter 22.

1. Гутнов, А.Э. Эволюция градостроительства /А.Э.Гутнов/.– М: Стройиздат, 1984.– 256 с.

2. Гутнов, А.Э. Мир архитектуры (лицо города) /А.Э.Гутнов, В.Л.Глазычев/. М.: Молодая гвардия, 1990.



SCIENTIFIC EDITION

MONOGRAPH
WISSENSCHAFT FÜR DEN MODERNEN MENSCHEN
INNOVATIVE TECHNIK UND TECHNOLOGIE, INFORMATIK,
SICHERHEITSSYSTEME, VERKEHRSENTWICKLUNG, ARCHITEKTUR

SCIENCE FOR MODERN MAN
INNOVATIVE ENGINEERING AND TECHNOLOGY, INFORMATICS, SECURITY SYSTEMS,
TRANSPORT DEVELOPMENT, ARCHITECTURE
MONOGRAPHIC SERIES «EUROPEAN SCIENCE»
BOOK 4. PART 4

Authors:

Arshava E.A. (21), Ashhepkova N. (9), Buzovskiy V. (5), Vyshnevskaya O.D. (17), Vyshnevskiy D.O. (17),
Voronova T.S. (10), Vradii V. (16), Vyatkin S.I. (12), Garmash S.N. (7), Holembovska N. (6),
Dobrzhanskyi O.O. (10), Dudnyk O.O. (13), Zaharchuk M.D. (13), Zolotova N. (19), Kolohryvov M. (5),
Kochetkova O.V. (8), Luhovykh O.O. (10), Lvovich I.Y. (2,4), Lvovich Y.E. (11,14), Martyshova L. (22),
Mykhaylov P. (12), Morkovska N. (19), Nikolaienko I.V. (16), Ozerchuk D.A. (13), Parshyna O.A. (15),
Pleshkanovska A. (18), Podchashynskiy Y.O. (10), Preobrazhenskiy A.P. (2,4,11,14),
Preobrazhenskiy Y.P. (11,14), Prokopovych-Tkachenko D.I. (15), Pykhtin S.A. (21), Rozvodiuk M.P. (3),
Romanyuk O.V. (13), Romanyuk O.N. (12,13), Romanyuk S. (12), Savchenko I.V. (15), Sniur A.V. (13),
Stelyuk B.B. (15), Suprun O. (19), Tarasenko Y.S. (15), Tatarchenko H. (20), Teliura N.O. (1),
Korobeinikova T. (12), Khara M.V. (16), Chepiuk L.O. (10), Chernova A.S. (7), Chekhmestruk R.Y. (12),
Choporov O.N. (2,4), Yakymenko O. (19)

The scientific achievements of the authors of the monograph were also reviewed and recommended for
publication at the international scientific symposium
«Wissenschaft für den modernen Menschen '2021 / Science for modern man '2021»
(February 25-26, 2021)

The monograph is included in
International scientometric databases

500 copies
February, 2021

Published:
ScientificWorld - NetAkhatAV
Lußstr 13,
Karlsruhe, Germany



in conjunction with Institute «SEIE»

Monograph published in the author's edition

e-mail: orgcom@sworld.education
www.sworld.education

ISBN 978-3-949059-12-4



9

783949

059124



