

**ISSN 2078-4481**

Міністерство освіти і науки України  
Херсонський національний технічний університет

# **ВІСНИК**

**Херсонського національного  
технічного університету**

**2(69)**

**частина 2**

Рекомендовано до друку Вченою радою  
Херсонського національного технічного університету  
(протокол № 7 від 5 липня 2019 року)

---

Журнал включено до Переліку наукових фахових видань України  
(наказ Міністерства освіти і науки України від 11.07.2016 № 820), у яких можуть  
публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів  
доктора та кандидата технічних наук

Журнал включено до наукометричних баз, електронних бібліотек та репозитаріїв:  
Google Scholar, National Library of Ukraine (Vernadsky),  
РИНЦ (eLibrary)

**Херсон 2019**

## Редакційна рада

### Головний редактор

Литвиненко В.І.

д.т.н., професор,

завідувач кафедри інформатики і комп'ютерних наук

### Відповідальний секретар

Дяченко Л.М.

начальник навчально-наукового відділу

## Редакційна колегія

Баганов Є.О.

Букетов А.В.

Дімітрова В.Я. (Болгарія)

Жарікова М.В.

Зайцева О.І.

Коган О.Г. (Білорусь)

Куник О.М.

Партицький С. (Польща)

Повстяной В.М.

Савіна Г.Г.

Сарібекова Д.Г.

Сарібекова Ю.Г.

Семешко О.Я.

Сошко В.О.

Сошко О.І.

Хрущ Н.А.

Чурсіна Л.А.

Шарко М.В.

Шерстюк В.Г.

к.т.н., доцент

д.т.н., професор

д.н., доцент

к.т.н., доцент

к.е.н., доцент

д.т.н., професор

к.т.н., старший викладач

д.с.н., професор

к.х.н., доцент

д.е.н., професор

д.т.н., професор

д.т.н., професор

к.т.н., с.н.с.

к.т.н., доцент

д.т.н., професор

д.е.н., професор

д.т.н., професор

д.е.н., професор

д.т.н., професор

**ISSN 2078-4481**

Министерство образования и науки Украины  
Херсонский национальный технический университет

# **ВЕСТНИК**

**Херсонского национального  
технического университета**

**2(69)**

**часть 2**

Рекомендовано к печати Ученым советом  
Херсонского национального технического университета  
(протокол № 7 от 5 июля 2019 года)

---

Журнал включен в Перечень научных специализированных изданий Украины  
(приказ Министерства образования и науки Украины от 11.07.2016 № 820),  
в которых могут публиковаться результаты диссертационных работ на соискание  
ученых степеней доктора и кандидата технических наук

Журнал включен в наукометрические базы, электронные библиотеки и репозитории:  
Google Scholar, National Library of Ukraine (Vernadsky),  
РИНЦ (eLibrary),

**Херсон 2019**

## **Редакционный совет**

### **Главный редактор**

Литвиненко В.И.

д.т.н., профессор,

заведующий кафедрой информатики и компьютерных наук

### **Ответственный секретарь**

Дяченко Л.Н.

начальник учебно-научного отдела

## **Редакционная коллегия**

**Баганов Е.А.**

к.т.н., доцент

**Букетов А.В.**

д.т.н., профессор

**Димитрова В.Я. (Болгария)**

д.н., доцент

**Жарикова М.В.**

к.т.н., доцент

**Зайцева Е.И.**

к.э.н., доцент

**Коган А.Г. (Беларусь)**

д.т.н., профессор

**Куник А.Н.**

к.т.н., старший преподаватель

**Партицкий С. (Польша)**

д.с.н., профессор

**Повстяной В.М.**

к.х.н., доцент

**Савина Г.Г.**

д.э.н., профессор

**Сарибекова Д.Г.**

д.т.н., профессор

**Сарибекова Ю.Г.**

д.т.н., профессор

**Семешко О.Я.**

к.т.н., с.н.с.

**Сошко А.И.**

д.т.н., профессор

**Сошко В.А.**

к.т.н., доцент

**Хрущ Н.А.**

д.э.н., профессор

**Чурсина Л.А.**

д.т.н., профессор

**Шарко М.В.**

д.э.н., профессор

**Шерстюк В.Г.**

д.т.н., профессор

**ISSN 2078-4481**

Ministry of Education and Science of Ukraine  
Kherson National Technical University

**VISNYK**  
**of Kherson National**  
**Technical University**

**2(69)**  
**part 2**

Recommended for publication by the Academic Council of  
Kherson National Technical University  
(minutes № 7 on 5th July 2019)

---

The journal is included in the List of scientific professional publications of Ukraine (Order № 820 of the Ministry of Education and Science of Ukraine dated 11 July 2016) where the results of the theses of Doctor and Candidate of Engineering Science can be published

The journal is included in the scientometric bases, electronic libraries and repositories:  
Google Scholar, National Library of Ukraine (Vernadsky),  
RSCI (eLibrary)

**Kherson 2019**

## Editorial Board

### Editor-in-Chief

Litvinenko V.I.

Doctor of Engineering Science, Professor

Head of the Department of Informatics and Computer Science

### Executive Secretary

Dyachenko L.N.

Head of Academic and Scientific Department

## Members of Editorial Board

**Baganov Ye.A.**

Ph.D., Associate Professor

**Buketov A.V.**

Doctor of Engineering Science, Professor

**Dimitrova V.Ya.** (Bulgaria)

Ph.D., Associate Professor

**Zharikova M.V.**

Ph.D., Associate Professor

**Zaitseva E.I.**

Ph.D., Associate Professor

**Kogan A.G.** (Belarus)

Doctor of Engineering Science, Professor

**Kunik A.N.**

Ph.D., Senior Lecturer

**Partitsky S.** (Poland)

Doctor of Social Sciences, Professor

**Povstyanoy V.M.**

Ph.D., Associate Professor

**Savina G.G.**

Doctor of Economics, Professor

**Saribekova D.G.**

Doctor of Engineering Science, Professor

**Saribekova Yu.G.**

Doctor of Engineering Science, Professor

**Semeshko O.Ya.**

Ph.D., Senior Researcher

**Soshko A.I.**

Doctor of Engineering Science, Professor

**Soshko V.A.**

Ph.D., Associate Professor

**Khrushch N.A.**

Doctor of Economics, Professor

**Chursina L.A.**

Doctor of Engineering Science, Professor

**Sharko M.V.**

Doctor of Economics, Professor

**Sherstyuk V.G.**

Doctor of Engineering Science, Professor

## ЗМІСТ

## ЕЛЕКТРОНІКА І ЕЛЕКТРОТЕХНІКА

<b>Р.І. КУДЕЛЬКІН, В.С. ЛУКОВЦЕВ</b> РОЗРАХУНОК ВХІДНИХ ЛАНЦЮГІВ ПОТУЖНИХ КЛЮЧІВ НА МДП-ТРАНЗИСТОРАХ ДЛЯ МІКРОКОНТРОЛЕРНОГО УПРАВЛІННЯ .....	11
<b>О.С. МАЗМАНШВІЛІ, М.Г. РЕШЕТНЯК</b> ДИНАМІКА ЕЛЕКТРОННОГО ПУЧКА НА ВИХОДІ МАГНЕТРОННОЇ ГАРМАТИ В ГРАДІЄНТНОМУ МАГНІТНОМУ ПОЛІ: МОДЕЛЮВАННЯ І ЕКСПЕРИМЕНТ .....	17
<b>І.В. МЕЛЬНИК, А.В. ПОЧИНОК</b> ІНТЕРПОЛЯЦІЯ ГРАНИЧНОЇ ТРАЕКТОРІЇ ЕЛЕКТРОННОГО ПУЧКА В ПРИФОКАЛЬНІЙ ОБЛАСТІ ЛІНІЙНИМИ ТА КВАДРАТИЧНИМИ ФУНКЦІЯМИ З ВИКОРИСТАННЯМ АРИФМЕТИКО-ЛОГІЧНИХ ВИРАЗІВ .....	23

## ІНЖЕНЕРНІ НАУКИ

<b>С.В. ВОРОНЕНКО, І.М. ЩЕНКО, Г.В. РУДАКОВА, Ю.О. ЛЕБЕДЕНКО</b> МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ СУДНОВОЇ КОМПЛЕКСНОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ ТУРБОКОМПРЕСОРНОЇ УСТАНОВКИ .....	31
<b>І.М. ГВОЗДЕВА, М.А. ЯКИМЕНКО, В.В. ДЕМІРОВ, В.Ф. МИРГОРОД, Є.В. ДЕРЕНГ</b> ОЦІНКА ЕЛЕМЕНТІВ ПРОСТОРУ ДІАГНОСТИЧНИХ ОЗНАК ТЕХНІЧНОГО СТАНУ СУДНОВИХ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРНИХ АГРЕГАТІВ .....	39
<b>В.І. ГНІТЬКО, Л.В. РОЗОВА, А.Ю. ГАРМАШ</b> АНАЛІЗ ВІЛЬНИХ КОЛИВАНЬ ОБОЛОНОК ОБЕРТАННЯ З ПЕРЕГОРОДКАМИ ЗА РІЗНІ УМОВИ ЗАКРІПЛЕННЯ .....	47
<b>О.В. ДОБАРІНА, К.В. БЕГЛОВ</b> ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ РЕГУЛЮВАННЯ ПОТУЖНОСТІ ЕНЕРГОБЛОКА АЕС ПРИ ЗМІНЕННІ ПРОГРАМИ РЕГУЛЮВАННЯ .....	54
<b>В.І. ДУБРОВІН, О.І. ЮСЬКІВ</b> КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСАМИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ НА МЕТАЛУРГІЙНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ.....	61
<b>С.В. ЄМЕЛЬЯНОВ, Л.С. ФОНАР, М.О. БАРАБАНОВ</b> СИНХРОННО-ГРЕБІНЧАСТИЙ ФІЛЬТР ДЛЯ ВИДІЛЕННЯ РЕГУЛЯРНИХ КОМПОНЕНТІВ У ВІБРОАКУСТИЧНИХ СИГНАЛАХ РОТОРНИХ МАШИН .....	69
<b>М.І. КЛИМЕНКО, С.І. ГОМЕНЮК, С.М. ГРЕБЕНЮК, О.В. КУДІН</b> ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНИХ РЕЛАКСАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК В'ЯЗКОПРУЖНОГО ТРАНСВЕРСАЛЬНО-ІЗОТРОПНОГО ВОЛОКНИСТОГО КОМПОЗИТУ ПРИ ПОЗДОВЖНЬОМУ ЗСУВІ .....	75
<b>М.Д. КОШОВИЙ, І.І. КОШОВА, О.М. КОСТЕНКО</b> ОПТИМАЛЬНЕ ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТІВ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ .....	81
<b>А.М. МАЦУЙ, В.О. КОНДРАТЕЦЬ, А.А. АБАШИНА</b> ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ КУЛЬОВОГО ЗАВАНТАЖЕННЯ ЦИКЛУ «МЛИН-КЛАСИФІКАТОР» В ПЕРШІЙ СТАДІЇ РУДОПІДГОТОВКИ .....	86
<b>Р.С. МУСІЙ, Н.Б. МЕЛЬНИК, Х.Т. ДРОГОМИРЕЦЬКА, Б.Й. БАНДИРСЬКИЙ, Л.В.ГОШКО</b> ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНО-СИЛОВОГО РЕЖИМУ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРОВІДНОГО ПЛАСТИНЧАСТОГО ЕЛЕМЕНТА ЗА ДІЇ АМПЛІТУДНО МОДУЛЬОВАНОГО РАДІОІМПУЛЬСА .....	96
<b>С.І. ОСАДЧИЙ, І.А. БЕРЕЗЮК, Д.М. ЛУЖКОВ</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ХОЛОДИЛЬНОЇ КАМЕРИ В РЕАЛЬНИХ УМОВАХ ФУНКЦІОНУВАННЯ .....	103
<b>С.Ф. ПИЛИПАКА, І.Ю. ГРИЩЕНКО, В.М. БАБКА, Т.А. КРЕСАН, Т.П. ФЕДОРІНА</b> РУХ ЧАСТИНКИ ПІД ДІЄЮ СИЛИ ВЛАСНОЇ ВАГИ ПО КРИВІЙ ПОПЕРЕЧНОГО ПЕРЕРІЗУ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ЦИЛІНДРА.....	110
<b>Р.В. ТРЕМБОВЕЦЬКА, В.Я. ГАЛЬЧЕНКО, В.В. ТИЧКОВ</b> ОПТИМАЛЬНИЙ СУРОГАТНИЙ ПАРАМЕТРИЧНИЙ СИНТЕЗ НАКЛАДНИХ КРУГОВИХ НЕСПІВВІСНИХ ВИХРОСТРУМОВИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ІЗ РІВНОМІРНОЮ ЧУТЛИВІСТЮ В ЗОНІ КОНТРОЛЮ .....	118
<b>А. В. УСОВ, М. В. КУНЦІН</b> ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ФІНІШНОЇ ОБРОБКИ ЦИЛІНДРИЧНИХ ПОВЕРХОНЬ ЗІ ЗНОСОСТІЙКИМИ ПОКРИТТЯМИ .....	126
<b>Н.О. ЯРЕЦЬКА</b> ПРОСТОРОВА КОНТАКТНА ЗАДАЧА ПРО ТИСК ПРУЖНОГО КІЛЬЦЕВОГО ШТАМПА З ПОЧАТКОВИМИ НАПРУЖЕННЯМИ НА ПОПЕРЕДНЬО НАПРУЖЕНИЙ ПІВПРОСТІР .....	134

## ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

<b>А.В. АМУРОВ, Ю.В. БРАЗЛУК, О.І. ГУБІН, Д.В. ЄВДОКИМОВ</b> ЧИСЕЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЕВОЛЮЦІЇ РІДИННОГО КОНТУРУ .....	140
<b>А.Ю. АНДРЕЙЦЕВ, Ю.Е. ВЯЛА, А.В. ГЕЙЛИК, О.В. ЛЯШКО, І.В. СМИРНОВ</b> ЗАДАЧА ПРО ЗАМІНУ ОБЛАДНАННЯ: ДЕЯКІ СПЕЦІАЛЬНІ ВИПАДКИ .....	153
<b>Л.Г. АХМЕТШИНА, А.О. ЄГОРОВ</b> СЕГМЕНТАЦІЯ СЛАБКОКОНТРАСТНИХ ЗОБРАЖЕНЬ У ОРТОГОНАЛЬНОМУ БАЗИСІ ФУНКЦІЙ НАЛЕЖНОСТІ НЕЧІТКОЇ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ .....	160
<b>І.В. БАКЛАН, О.К. ОЧЕРЕТЯНИЙ, Я.І. БАКЛАН</b> КУБ МАТЕМАТИЧНИХ ТЕОРІЙ МОДЕЛЮВАННЯ ГІБРИДНИХ МОВ ПРОГРАМУВАННЯ .....	166
<b>Д.Б. ВЕНГРОВИЧ, І.В. БЄЛІНСЬКИЙ, В.А. ЛЕМЕШКО</b> ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОХОДЖЕННЯ ВІДОКРЕМЛЕНОЇ ХВИЛІ ЧЕРЕЗ ГРАНІТНУ ПЕРЕШКОДУ .....	172
<b>В.В. ГНАТУШЕНКО, В.В. ЖЕРНОВИЙ</b> КОМПЛЕКСНЕ РІШЕННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ НАБОРУ ДАНИХ З СУПУТНИКОВИХ ЗНІМКІВ НАДВИСОКОЇ РОЗДІЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ ДЛЯ ТРЕНУВАННЯ МЕРЕЖІ ГЛИБИННОГО НАВЧАННЯ .....	180
<b>П.Й. ГУЧЕК, О.М. ДУДЧЕНКО</b> ОДИН З ПІДХОДІВ АНАЛІЗУ ЧАСУ ПОЛЬОТУ ФОТОНІВ З МЕТОЮ УСУНЕННЯ ВПЛИВУ НЕДОСКОНАЛОСТІ СИСТЕМИ ВИМІРЮВАННЯ .....	187
<b>Н.Л. ДОРОШ, Л.М. ПЕТРЕЧУК, Т.М. ФЕНЕНКО</b> РОЗРОБКА І ЗАСТОСУВАННЯ НАДБУДОВИ EXCEL ДЛЯ АНАЛІЗУ ЧАСОВИХ РЯДІВ .....	196
<b>В.М. КОРЧІНСЬКИЙ</b> ГРАНИЧНІ ФОРМИ ЦИФРОВИХ СИГНАЛІВ, ЗАДАНИХ НА МНОЖИНІ РЕАЛІЗАЦІЇ .....	202
<b>О.В. ОШАРОВСЬКА, І.В. ОШАРОВСЬКИЙ, Н.П. ГУРЧЕНКО</b> ВИКОРИСТАННЯ ТЕОРІЇ ЩІЛЬНИХ УПАКОВОК ПРИ ФОРМУВАННІ ЗОБРАЖЕНЬ .....	207
<b>О.В. ПОЛИВОДА, Г.В. РУДАКОВА, І.Ю. КОНДРАТЬЄВА</b> АНАЛІЗ АКУСТИЧНОГО ШУМУ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ У ФАЗОВОМУ ПРОСТОРІ .....	214
<b>О.В. РЕУТА, Х. ХАБРАМАН, А.О. ЯКУНІН</b> ПОБУДОВА СКЛАДЕНИХ ВОКСЕЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ ПРОСТОРОВИХ ОБ'ЄКТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ОПЕРАЦІЙ НАД НЕЧІТКИМИ МНОЖИНАМИ .....	222
<b>О.О. РОМАНОВ, О.В. ЦАРУК, О.О. БРОВАРЕЦЬ</b> НЕОБХІДНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ЛОКАЛЬНОГО ОПЕРАТИВНОГО МОНІТОРИНГУ «ФЛОРАТЕСТ» ТА ІДЕНТИФІКАЦІЇ АГРОБІОЛОГІЧНОГО СТАНУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР МЕТОДОМ ПРОВЕДЕННЯ ІНДУКЦІЇ ФЛУОРЕСЦЕНЦІЇ НАТИВНОГО ХЛОРОФІЛУ .....	228
<b>Д.М. СВИНАРЕНКО</b> ПОКРАЩЕННЯ РОЗДІЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ АНАЛІЗУ БАГАТОВИМІРНИХ ЦИФРОВИХ СИГНАЛІВ НА ОСНОВІ ОРТОГОНАЛІЗАЦІЇ ЇХ РЕАЛІЗАЦІЙ .....	244
<b>Н.О. СОКОЛОВА, А.С. БЄЛОВ</b> ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ МІКРОКЛІМАТА РОБОЧОГО МІСЦЯ .....	250
<b>П.П. ТРОХИМЧУК</b> ПРОБЛЕМИ СТВОРЕННЯ УНІВЕРСАЛЬНОЇ ТЕОРІЇ АВТОМАТІВ ТА ЕФЕКТИВНИХ ОБЧИСЛЕНЬ .....	256
<b>В.Є. ХОДАКОВ, А.Є. СОКОЛОВ, Г.В. ВЕСЕЛОВСЬКА</b> ВДОСКОНАЛЕННЯ МОДЕЛЮВАННЯ МОТИВАЦІЙНИХ СКЛАДОВИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ СИСТЕМ НАВЧАННЯ .....	264
<b>О.М. ХОШАБА</b> ОЦІНКИ ПРОДУКТИВНОСТІ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ .....	271

## ПРОБЛЕМИ ВИЩОЇ ШКОЛИ

<b>Л.В. КУЗЬМИЧ, Н.В. ВАЛЬКО</b> ІНТЕРПРЕТАЦІЯ, МОДЕЛЬ, МЕТОДИ ДОВЕДЕНЬ ТА ДОСЛІДЖЕНЬ – ШЛЯХИ РЕАЛІЗАЦІЇ МІЖПРЕДМЕТНИХ ЗВ'ЯЗКІВ ПРИ ВИВЧЕННІ МАТЕМАТИКИ .....	280
<b>В.В. ПОЛИВОДА, О.В. ПОЛИВОДА</b> АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ НАВЧАЛЬНИМ ПРОЦЕСОМ В ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ .....	288
<b>М.О. ЦАРЕНКО, Г.М. ТОЛПЕКІНА, О.В. ПОНОМАРЕНКО</b> АДАПТИВНИЙ ПІДХІД ВІРТУАЛЬНОГО НАВЧАЛЬНОГО КЛАСУ В ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ .....	294



---



---

**CONTENTS**


---



---

**ELECTRONICS AND ELECTRICAL ENGINEERING**

<b>R.I. KUDELKIN, V.S. LUKOVITSEV</b> INPUT CIRCUITS CALCULATION OF POWERFUL KEYS BASED ON MOSFET-TRANSISTORS FOR MICROCONTROLLER CONTROL .....	11
<b>A.S. MAZMANISHVILI, N.G. RESHETNYAK</b> ELECTRON BEAM DYNAMICS AT THE OUTPUT MAGNETRON GUN IN GRADIENT MAGNETIC FIELD: MODELING AND EXPERIMENT .....	17
<b>I.V. MELNYK, A.V. POCHYNOK</b> INTERPOLATION OF BOUNDARY TRAJECTORY OF ELECTRON BEAM IN THE FOCAL REGION BY THE LINEAR AND SQUARE FUNCTIONS WITH USING OF ARITHMETIC-LOGICAL EXPRESSIONS .....	23

**ENGINEERING SCIENCES**

<b>S.V. VORONENKO, I.M. ISCHENKO, H.V. RUDAKOVA, Yu.O. LEBEDENKO</b> MATHEMATICAL MODEL OF COMLEX SHIPBOARD POWER PLANT WITH TURBOCHARGER.....	31
<b>I.M. HVOZDEVA, M.A. YAKYMENKO, V.V. DEMIROV, V.F. MYRHOROD, Y.V. DERENH</b> ESTIMATION OF SPACE ELEMENTS OF DIAGNOSTIC PARAMETERS OF TECHNICAL CONDITION OF THE SHIP DIESEL GENERATOR SETS .....	39
<b>V.I. GNITKO, L.V. ROZOVA, A.Y. GARMASH</b> FREE VIBRATION ANALYSIS OF SHELLS OF REVOLUTION WITH BAFFLES UNDER DIFFERENT CONDITIONS OF FIXATION .....	47
<b>O.V. DOBARINA, K.V. BEGLOV</b> RESEARCH OF THE AUTOMATIC CONTROL SYSTEM OF THE NUCLEAR POWER PLANT LOADING WHEN CONTROL PROGRAM IS BEEN CHANGING ..	54
<b>V.I. DUBROVIN, O. I. YUSKIV</b> MANAGEMENT OF PROCESSES OF ENERGY SAVING AT METALLURGICAL ENTERPRISES .....	61
<b>S.V. YEMELYANOV, L.S. FONAR, M.A. BARABANOV</b> SYNCHRONOUSLY-COMB FILTER FOR THE ALLOCATION OF REGULAR FEATURE IN THE VIBROACOUSTIC SIGNALS OF ROTATING MACHINES .....	69
<b>M.I. KLYMENKO, S.I. HOMENIUK, S.M. GREBENIUK, O.V. KUDIN</b> THE DETERMINING OF A VISCOELASTIC TRANSTROPIC FIBER COMPOSITE EFFECTIVE CHARACTERISTICS UNDER LONGITUDE SHEAR .....	75
<b>N.D. KOSHEVOY, I.I. KOSHEVAYA, E.M. KOSTENKO</b> OPTIMUM EXPERIMENTS PLANNING FOR RESEARCH IN TECHNOLOGICAL PROCESSES .....	81
<b>A.N. Matsui, V.A. KONDRATETS, A.A. ABASHINA</b> INCREASE OF ENERGY EFFICIENCY OF THE BALL DOWNLOAD OF THE CYCLE “MILL-CLASSIFIER” CYCLE IN THE FIRST STAGE OF PREPARATION .....	86
<b>R.S. MUSII, N.B. MELNYK, K.T. DROHOMYRETSKA, B.J. BANDYRSKYJ, L.V. HOSHKO</b> DETERMINATION OF TEMPERATURE-POWER REGIME OF FUNCTIONING OF ELECTROCONDUCTIVE TABULAR ELEMENT UNDER THE INFLUENCE OF AMPLITUDE MODULATED RADIOIMPULSE .....	96
<b>S.I. OSADCHY, I.A. BEREZYUK, D.M. LUZSHKOV</b> RESEARCH OF THE DYNAMICS OF THE REFRIGERATION CHAMBER IN REAL OPERATION CONDITIONS .....	103
<b>S.F. PYLYPAKA, I.YU. GRISCHENKO, V.M. BABKA, T.F. KRESAN, T.P. FEDORINA</b> PARTICLE MOTION UNDER THE EFFECT OF THE OWN WEIGHT BY A CURVE OF A CROSS-SECTION OF A HORIZONTAL CYLINDER .....	110
<b>R.V. TREMBOVETSKA, V.Ya. HALCHENKO, V.V. TYCHKOV</b> OPTIMAL SURROGATE PARAMETRIC SYNTHESIS OF SURFACE CIRCULAR NON-AXIAL EDDY-CURRENT PROBES WITH UNIFORM SENSITIVITY IN THE TESTING ZONE .....	118
<b>A.V. USOV, M.V. KUNITSYN</b> TECHNOLOGICAL QUALITY ASSURANCE OF FINISHING OF CYLINDRICAL SURFACES WITH WEAR-RESISTANT COATINGS.....	126
<b>N.A. YARETSKA</b> SPATIAL CONTACT PROBLEM OF PRESSURE OF THE ELASTIC ANNULAR PUNCH WITH INITIAL STRESSES ON THE PRE-STRESSED SEMI-SPACE .....	134

**INFORMATION TECHNOLOGY**

**A.V. AMUROV, Іu.V. BRAZALUK, O.I. GUBIN, D.V. YEVDOKYMOV** NUMERICAL INVESTIGATION OF LIQUID CONTOUR EVOLUTION PROCESS ..... 140

**A.Yu. ANDREYTSSEV, Yu.E. VYALA, A.V. HEYLIK, O.V. LIASHKO, I.V. SMYRNOV** PROBLEM OF REPLACING EQUIPMENT: SOME SPECIAL CASES ..... 153

**L.G. AKHMETSHINA, A. A. YEGOROV** LOW-CONTRAST IMAGE SEGMENTATION IN THE ORTHOGONAL BASIS OF FUZZY CLUSTERING MEMBERSHIP FUNCTIONS ..... 160

**I.V. BAKLAN, O.K. OCHERETIANY, Y.I. BAKLAN** CUBE OF MATHEMATICAL THEORIES OF MODELING HYBRID PROGRAMMING LANGUAGES ..... 166

**D.B. VENGROVICH, I.V. BELINSKII, V.A. LEMESHKO** EXPERIMENTAL RESEARCH OF PASSING SOLITARY WAVE THROUGH GRANITE OBSTACLE ..... 172

**V.V. HNATUSHENKO, V.V. ZHERNOVYI** MULTILEVEL SOLUTION FOR DATASET PREPARATION FROM THE VERY HIGH-RESOLUTION SATELLITE IMAGERY FOR DEEP NEURAL NETWORK TRAINING ..... 180

**P.I. GUCHEK, O.N. DUDCHENKO** ONE OF THE APPROACHES TO THE ANALYSIS OF THE FLIGHT TIME OF PHOTONS IN ORDER TO ELIMINATE THE INFLUENCE OF THE IMPERFECTION OF THE MEASUREMENT SYSTEM ..... 187

**N.L. DOROSH, L.N. PETRECHUK, T.M. FENENKO** DESIGN AND USE OF EXCEL ADD-IN FOR TIME SERIES ANALYSIS ..... 196

**V.M. KORCHINSKY** LIMITING FORMS OF THE DIGITAL SIGNALS DEFINED ON SET OF REALIZATIONS ..... 202

**O.V. OSHAROVSKA, I.V. OSHAROVSKIYI, N.P. GURCHENKO** USING THE THEORY OF DENSE PACKING IN THE FORMATION OF IMAGES ..... 207

**O.V. POLYVODA, H.V. RUDAKOVA, I.U. KONDRATIEVA** ANALYSIS OF ELECTRIC EQUIPMENT ACOUSTIC NOISE IN PHASE SPACE ..... 214

**O.V. REUTA, H.HABRUMMAN, A.O. YAKUNIN** BUILDING OF COMPOSITE VOXEL MODELS OF 3D OBJECTS USING FUZZY SET OPERATIONS ..... 222

**O.O. ROMANOV, O.V. TSARUK, O.O. BROVARETS** NEED FOR LOCAL USE A RAPID MONITORING "FLORATEST" AGROBIOLOGICAL IDENTIFICATION AND CONDITION OF CROP BY INDUCTION NATIVE FLUORESCENCE OF CHLOROPHYLL ..... 228

**D.M. SVYNARENKO** RESOLUTION ENHANCEMENT OF THE ANALYSIS OF MULTIDIMENSIONAL DIGITAL SIGNALS BASED ON ORTHOGONALIZATION OF THEIR IMPLEMENTATIONS ..... 244

**N.O. SOKOLOVA, A.S. BIELOV** INFORMATION SYSTEM MONITORING OF MICROCLIMATE OF THE WORKPLACE ..... 250

**P.P. TROKHIMCHUCK** PROBLEMS OF CREATION UNIVERSAL AUTOMATA THEORY AND EFFECTIVE CALCULATIONS ..... 256

**V.Ye. KHODAKOV, A.Ye. SOKOLOV, G.V. VESELOVSKAYA** MODELING IMPROVEMENT IN MOTIVATIONAL COMPONENTS OF INFORMATION TECHNOLOGIES FOR COMPUTERIZED TRAINING SYSTEMS ..... 264

**O.M.KHOSHABA** PERFORMANCE ASSESSMENT OF COMPUTER SYSTEMS ..... 271

**HIGHER SCHOOL PROBLEMS**

**L. KUZMICH, N. VALKO** INTERPRETATION, MODEL, METHODS OF EVIDENCE AND RESEARCH - WAYS OF IMPLEMENTATION OF INTER-DISCIPLINARY CONNECTIONS IN MATHEMATICS ..... 280

**V.V. POLYVODA, O.V. POLYVODA** AUTOMATED SYSTEM OF ACADEMIC PROCESS MANAGEMENT IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS ..... 288

**M.O. TSARENKO, G.M. TOLPEKINA, O.V. PONOMARENKO** ADAPTIVE APPROACH OF THE VIRTUAL EDUCATIONAL CLASS IN INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES ..... 294

**ПРОБЛЕМИ ВИЩОЇ ШКОЛИ**

УДК 37.091.12:004.7

Л.В.КУЗЬМИЧ, Н.В.ВАЛЬКО

Херсонський державний університет

**ІНТЕРПРЕТАЦІЯ, МОДЕЛЬ, МЕТОДИ ДОВЕДЕНЬ ТА ДОСЛІДЖЕНЬ –  
ШЛЯХИ РЕАЛІЗАЦІЇ МІЖПРЕДМЕТНИХ ЗВ'ЯЗКІВ ПРИ ВИВЧЕННІ  
МАТЕМАТИКИ**

*Проаналізовано деякі твердження і поняття, що лежать в основі міжпредметних зв'язків при вивченні різних розділів вищої математики та прикладних наук. Розглянуто елементи найефективнішого засобу пізнання законів і закономірностей навколишнього світу - моделювання та деякі взаємозв'язки математичних моделей природознавства та економіки. Окреслено один із нових способів організації навчання - STEM-освіту для розв'язання завдання посилення підготовки учнів та студентів у галузі природничо-математичної освіти.*

**Ключові слова:** аксіоматична теорія, інтерпретація, модель, методи досліджень та доведень, міжпредметний зв'язок, STEM-освіта..

Л.В.КУЗЬМИЧ, Н.В.ВАЛЬКО

Херсонский государственный университет

**ІНТЕРПРЕТАЦІЯ, МОДЕЛЬ, МЕТОДИ ДОКАЗАТЕЛЬСТВ И ИССЛЕДОВАНИЙ –  
ПУТИ РЕАЛИЗАЦИИ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ МАТЕМАТИКИ**

*Проанализированы некоторые утверждения и понятия, лежащие в основе межпредметных связей при изучении различных разделов высшей математики и прикладных наук. Рассмотрены элементы эффективного средства познания законов и закономерностей окружающего мира - моделирование и некоторые взаимосвязи математических моделей естествознания и экономики. Указано на один из новых путей организации обучения - STEM-образование для решения задачи усиления подготовки учащихся и студентов в области естественно-математического образования.*

**Ключевые слова:** аксиоматическая теория, интерпретация, модель, методы исследований и доказательств, межпредметная связь, STEM-образование.

L.KUZMICH, N.VALKO

Kherson State University

**INTERPRETATION, MODEL, METHODS OF EVIDENCE AND RESEARCH - WAYS OF  
IMPLEMENTATION OF INTER-DISCIPLINARY CONNECTIONS IN MATHEMATICS**

*In mathematical science with the axiomatic construction of various mathematical theories, three important concepts are closely related: interpretation, model, and proof. The study of the properties of the axiomatic theory takes place through interdisciplinary connections through the interpretation, model, various methods of evidence and research. Modern science is characterized by the intensive penetration of mathematical methods of research in various fields of scientific thought, in other fields of knowledge, in particular in natural sciences, economics, technology, social sciences and other sciences, from purely humanitarian disciplines to sociology, applied linguistics, and ecology. This article analyzes some of the assertions and concepts that underlie interdisciplinary connections in the study of various sections of higher mathematics and applied sciences. Elements of an effective means of knowledge of the laws of the world around the world are considered - modeling and some interconnections of mathematical models of science and economics. One of the new ways of teaching is outlined - STEM-education to address the problem of increasing the training of students and students in the field of natural and mathematical education, which contributes to the development of abilities for research, analytical work, experimentation and critical study. thinking. The STEM-oriented approach to learning contributes to promoting engineering and technology professions among young people, raising awareness of their career opportunities in technology and technology, and building a sustainable motivation to learn the disciplines on which STEM education is based. Implementation of STEM educational approaches in general education institutions requires systematic educational activities among teachers, development of ready-made methods for carrying out occupations and scenarios of activities. The technical basis for such a study should be the use of IT technology, as the simulation process is carried out through a variety of specialized computer programs.*

**Key words:** *axiomatic theory, interpretation, model, methods of research and proof, interdisciplinary connection.*

### Постановка проблеми

Основні задачі навчання змінюються відповідно до технологій, які наявні чи виникають та розвиваються в даний проміжок часу. STEM-освіта є перспективним напрямом реалізації навчальної діяльності в рамках викликів XXI століття. Реалізація нових стандартів навчання забезпечує глибоке розуміння предмету дослідження, міждисциплінарність знань та вмінь. Задачі і проблеми, які мають великий вплив на розвиток наукових положень математики, дають можливість зробити аналіз застосування різноманітних методів як у дослідженні абстрактної математичної теорії, так і в процесі викладання відповідної навчальної дисципліни (наприклад, алгебри, геометрії і теорії функцій), а також застосування математичних моделей у прикладних науках (технічних, природничих, економічних).

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Питання, що пов'язані із застосуванням математики, розглядалися в роботах Г. Бібік, Д. Гільберта, В. Глушкова, Е. Енглера, Л. Канторовича, Н. Кушнір, А. Робінсона, Р. Сикорського, В. Шарко, Ю. Янова та багатьох інших. Зазначимо, що теорія доведень, моделювання в математиці є об'єктом самостійного дослідження (конструктивна математика) [3; 6; 7; 8].

Сучасна математика стала більш абстрактною, що вимагає певних трансформацій відповідного навчального курсу, нових підходів до її застосування. У зв'язку з цим, наприклад, щодо алгебри достатньо згадати появу теорій категорій, формацій, многовидів, булевих алгебр, абстрактної теорії алгебраїчних систем. Математичний аналіз також збагатився новими ідеями і методами, що призвело до появи нових дисциплін (функціональний аналіз, конструктивна теорія функцій, теорія диференціальних й інтегральних операторів та ін.). Слід також зазначити про появу абстрактної теорії ймовірностей, теорії випадкових процесів, математичну теорію катастроф і т. п. Аналіз основ евклідової геометрії привів до появи ряду неевклідових геометрій (гіперболічної, ріманової, проективної, простору сталої кривизни та ін.) [1, с. 5 – 350; 6, 9].

**Мета дослідження** – проаналізувати деякі поняття математики, що пов'язані з аксіоматичною побудовою наук та проблемою інтерпретації, моделювання, доведення в математичних теоріях. Розглянути деякі взаємозв'язки математичних моделей природознавства та економіки.

### Виклад основного матеріалу

Розвиток цифрових технологій та впровадження їх у всі сфери життя суспільства визначає потребу у фахівцях різних галузей з високим рівнем володіння інженерно-математичними знаннями, розумінням фізичних, економічних та інформаційних процесів. Соціально значущим завданням стає посилення підготовки учнів та студентів у галузі природничо-математичної освіти, що обумовлює пошук нових шляхів організації навчання. Одним із шляхів розв'язання поставленого педагогічного завдання є STEM-освіта – послідовність інтегрованих курсів або програм навчання, яка готує учнів до продовження освіти після школи або успішного працевлаштування, вимагає різних і більш технічно складних навичок, зокрема із застосуванням математичних знань і наукових понять. Акронім STEM вживається для позначення популярного напрямку в освіті, що охоплює природничі науки (Science), технології (Technology), технічну творчість (Engineering) та математику (Mathematics). Це напрям в освіті, при якому в навчальних програмах посилюється природничо-науковий компонент у поєднанні з інноваційними технологіями. Впровадження STEM-освіти сприяє розвитку здібностей до дослідницької, аналітичної роботи, експериментування та критичного мислення [10, с. 248].

У математичній науці з аксіоматичною побудовою різноманітних математичних теорій тісно пов'язані три важливих поняття – інтерпретація, модель, доведення.

Під інтерпретацією розуміють непусту множину  $A$  елементів конкретної природи (область інтерпретації) і яку-небудь залежність, яка  $n$ -місним предикатам або функціям від  $n$  змінних даної математичної теорії ставить у відповідність деякі  $n$ -арні відношення та операції на множині  $A$  [1, с. 117].

Інтерпретація є моделлю математичної теорії (множини формул), якщо кожна формула цієї теорії (множини) істинна в даній інтерпретації.

Послідовність логічних тверджень  $A_1, A_2, \dots, A_n$  називається доведенням  $A_n$ , якщо кожне  $A_i, i = \overline{1, n}$ , є або аксіомою розглядуваної теорії, або наслідком одного чи більшої кількості попередніх тверджень, що отримані за логічними правилами виведення.

Вивчення властивостей аксіоматичної теорії відбувається через міжпредметні зв'язки за допомогою інтерпретації, моделі, різних методів доведень та досліджень. Дійсно, формула математичної теорії має сенс лише тоді, коли є яка-небудь інтерпретація символів, що входять до неї, а в якості області інтерпретації розглядається множина елементів конкретної природи «раніше вивченої теорії». Кожна аксіоматична математична теорія вимагає вияснення питань її несуперечності і категоричності.

Для цього необхідно побудувати модель даної теорії та довести, що будь-які дві моделі цієї теорії ізоморфні. В якості моделей зазвичай використовуються об'єкти добре вивчених теорій. Так, наприклад, в алгебрі теорії груп, кілець, полів, векторних просторів використовують моделі з числових систем, теорії многочленів, теорії функцій, геометрії – як групи рухів, фізики твердого тіла (кристалічні решітки), теорії елементарних частин, квантової механіки (рис. 1). У свою чергу, в багатьох природничих науках застосовуються результати з теорії груп, кілець, полів, векторних просторів для обґрунтування і доведення тих чи інших закономірностей.



Рис. 1

Моделі дозволяють виявити ряд властивостей теорії, що вивчається, через інтерпретацію на даній моделі, тобто одна математична теорія може бути моделлю для іншої теорії. Отже, поняття математичної моделі є відносним. Наприклад, вивчивши в алгебрі властивості арифметичного  $n$ -вимірного векторного простору, можна узагальнити їх на довільні  $n$ -вимірні векторні простори над полем дійсних чисел, тобто повністю вивчити теорію цих просторів.

Але одна й та ж математична теорія може реалізовуватися у різних моделях. Наприклад: теорія лінійного простору  $V^3$  розмірності  $n = 3$  над заданим полем має наступні інтерпретації (моделі), які детально вивчаються в навчальному курсі лінійної алгебри: арифметична модель над полем дійсних чисел  $\mathbb{R}$ , простір паралельних перенесень, простір направлених відрізків; у курсі функціонального аналізу об'єктом дослідження є теорія абстрактного гільбертового простору  $H$ , основними моделями якого є: множина всіх послідовностей  $\{z_n\}$ ,  $n \in \mathbb{N}$ , комплексних чисел  $z_n$ , таких, що наступний ряд  $\sum_1^\infty z_n^2$  є збіжним; простір  $C^2[0;1]$  – простір комплексних функцій, визначених і вимірних на відріжку  $[0;1]$  й інтегрованих у квадраті [6, с. 142]; у курсі алгебри прикладами моделей теорії груп є групи симетрій правильних многогранників, групи перетворень, числові групи, групи підстановок [5, с. 171-190]; у навчальному курсі геометрії досліджуються моделі гіперболічної площини Пуанкаре та Келі-Клейна [1] (рис. 2).



Рис. 2

Побудова різноманітних моделей (інтерпретацій) математичної теорії та їх застосувань у навчальних математичних дисциплінах є одним із завдань цих досліджень щодо встановлення міжпредметних зв'язків, а також обґрунтування доцільності (з огляду на педагогіку) використання конкретної моделі в навчальному процесі. Так, наприклад, у навчальному процесі розглядаються моделі векторного простору над фіксованим полем  $\mathbb{R}$ ; моделі функціонального простору; метричного простору;

ймовірнісного простору; проєктивного простору; теорії булевих алгебр. Зокрема, для теорії булевих алгебр існують такі інтерпретації (моделі): алгебра подій, алгебра висловлень, алгебра множин. У свою чергу, алгебра подій як ймовірнісний простір має класичну, дискретну, геометричну і теоретико-множинну моделі (табл. 1).

Таблиця 1

Інтерпретація 1	Інтерпретація 2	Інтерпретація 3
Моделі векторного простору над фіксованим полем P	...	
Моделі функціонального простору	...	
Метричного простору	...	
Ймовірнісного простору	...	
Проєктивного простору	...	
Теорії булевих алгебр	Алгебра подій	класична
		дискретна
		геометрична
		теоретико-множинна
	Алгебра висловлень	...
	Алгебра множин	...

Методи алгебри логіки використовуються в аналітичній геометрії, і, навпаки. Наприклад, геометрична інтерпретація формул булевої алгебри дає можливість розв'язати задачі про побудову рівняння межі довільної області D за заданою логікою її побудови при допомозі областей  $D_1, D_2, \dots, D_n$ . За допомогою предикатів можна описати об'єкти, що входять у геометричну задачу, і звести її до алгебраїчної задачі, що записана мовою формул. З іншого боку, при розв'язуванні багатьох аналітичних задач математики та інших прикладних наук користуються їхньою геометрично інтерпретацією. Тому аналітичну геометрію можна вважати мостом між алгеброю, логікою та геометрією. Використовуючи властивості груп, у теорії чисел можна ефективно і просто довести теореми Ейлера, Ферма, Вільсона та ряд інших тверджень [2; 12].

Ортогональні перетворення квадратичних форм у алгебрі дозволяють дослідити в аналітичній геометрії криві та поверхні другого порядку [5, с. 502-519].

Важливе значення при вивченні математичної теорії має вибір методу доведення та дослідження. Звичайно, поняття твердження у формальній аксіоматичній теорії суттєво відрізняється від доведення теорем у навчальних курсах математичних дисциплін. Найефективнішими є ті методи, що використовують міжпредметні зв'язки. Наприклад, властивості первісних коренів  $n$ -го степеня з одиниці в теорії комплексних чисел знаходять найширше застосування при вивченні функції Ейлера, побудові многочлена поділу круга, в дослідженні ряду питань алгебри і теорії чисел, теорії груп.

Іноді для доведення деяких тверджень доцільно побудувати модель, на якій не виконується це твердження. Наприклад, фундаментальна послідовність раціональних чисел  $(1 + \frac{1}{n})^n$  не має раціональної границі. Звідси випливають наступні результати: поле раціональних чисел не є повним і фундаментальність послідовності не є достатньою ознакою збіжності послідовності в полі раціональних чисел [3, с. 48].

Строго логічний виклад математичних теорій, їхнє обґрунтування та зв'язок з іншими предметами, практичне застосування цих теорій є найважливішою стороною навчання математики, і викладені вище шляхи реалізації міжпредметних зв'язків сприяють розвитку логічного мислення студентів і формуванню наукового потенціалу майбутнього учителя математики.

Сучасна наука характеризується інтенсивним проникненням математичних методів дослідження у різні сфери наукової думки, в інші галузі знань, зокрема, в природничі, економічні, технічні, соціальні та інші науки, – від суто гуманітарних дисциплін до таких, як соціологія, прикладна лінгвістика, екологія. Як науки про об'єктивні закони розвитку природознавства, економіки, суспільства, вони постійно користуються різноманітними кількісними характеристиками, і тому акумулюють у собі низку математичних методів. Активність же наукових досліджень у різних галузях стає рушійною силою для математиків у подальшому розвитку математичного інструментарію. Так, за допомогою навіть основних елементарних функцій та їх комбінацій можна математично дослідити і описати різноманітні зв'язки між біологічними та екологічними об'єктами (елементами), що були встановлені протягом усього розвитку біологічної науки, зокрема екології. Без застосування елементарних функцій при формалізації



конкретних закономірностей у природі (або інших галузях) процес дослідження був би неповним, неприродним, а то й неможливим. Наприклад, лінійна залежність між двома величинами (об'єктами, фактами) у природі зустрічається досить нечасто. Але за певних обмежень, умов лінійна залежність між двома змінними може існувати. Наприклад, протягом певного часу на ранній стадії свого розвитку вага (довжина) деяких риб лінійно залежить від їхнього віку, тоді її можна знайти за формулою  $m = kt$  (або  $l = at$ ), де коефіцієнт пропорційності (параметр)  $k$  ( $a$ ) залежить від виду риби і визначається за даними емпіричних досліджень ( $\epsilon$  сталою величиною),  $t$  - проміжок часу,  $m$ ,  $l$  - відповідно маса та довжина, а залежність для їхнього знаходження є прямо пропорційною. Між деякими об'єктами існує обернена пропорційна залежність (модель типу «хижак - жертва»: вовк - заєць, кіт - миша, ...), яку можна задати функцією оберненої пропорційності  $N_z = \frac{k}{N_v}$ , де  $N_z$  - число (кількість популяції) зайців (жертв) у певному періоді,  $N_v$  - число вовків (хижаків), параметр  $k$  - коефіцієнт оберненої пропорційності, що визначається за даними емпіричних досліджень. У біології залежність між кількістю їжі та швидкістю її споживання для деяких мікроорганізмів можна задати дробово-раціональною функцією виду  $y = \frac{ax+b}{cx+d}$ , а швидкість розмноження популяції - за допомогою степеневих функцій виду  $y = ax^n$ . Розмноження більшості бактерій описується показниковою (експоненціальною) залежністю виду  $y = Ae^x$ . Деякі процеси у природі можна вважати періодичними (майже періодичними, квазіперіодичними), наприклад, зміна температури повітря, води у водоймах та на поверхні землі за роками, сезонами, протягом доби, а також інші періодичні процеси, можна описати за допомогою тригонометричних функцій виду  $y = A\sin(bx + c) + D$ .

Найефективнішим засобом пізнання законів і закономірностей навколишнього світу є моделювання. До моделювання фізичних, екологічних, хімічних, біологічних процесів застосовується не лише елементарна математика, й інші математичні методи: диференціальне та інтегральне числення, диференціальні рівняння, матриці, векторне числення, метод найменших квадратів, статистичні методи та багато інших.

Одним із найефективніших методів побудови математичних моделей, що описують динаміку фізичних, хімічних, екологічних, біологічних, технологічних систем як між окремими їх елементами, так і зовнішніми факторами середовища, в якому перебувають ці елементи, є використання методів теорії диференціальних та інтегральних рівнянь. Класичними задачами такого типу є, наприклад, задачі про охолодження тіла, радіоактивний розпад, поперечні коливання натягнутої струни, швидкість розмноження бактерій, збільшення кількості ферменту, концентрацію розчину, швидкість хімічної реакції, динаміку чисельності популяції, теорію епідемій, ріст дерева та листя на ньому та багато інших [9, с. 20].

Наприклад, модель співіснування типу «хижак - жертва» за чисельністю хижака можна задати системою двох диференціальних рівнянь з двома невідомими  $x(t)$  і  $z(t)$ :

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = \epsilon x - \beta xz, \\ \frac{dz}{dt} = \gamma xz - \delta z, \end{cases} \quad (1)$$

де  $\beta$  - деякий коефіцієнт пропорційності (коефіцієнт внутривидової конкуренції);  $\gamma$  - коефіцієнт народжуваності;  $\delta$  - коефіцієнт смертності;  $\epsilon$  - коефіцієнт, що характеризує перевищення народжуваності над смертністю, який цілком визначається специфікою даної популяції;  $x(t)$  - чисельність популяції (жертва);  $z(t)$  - чисельність хижаків у момент часу  $t$ .

Із системи видно, що  $x(t)$  і  $z(t)$  взаємопов'язані, залежать одне від одного, а саме: якщо збільшується  $z$ , то, бачимо за першим рівнянням, що зменшується похідна  $\frac{dx}{dt}$ . При великих  $z$  ця похідна може стати навіть від'ємною, тобто чисельність  $x(t)$  зменшується. І якщо ця чисельність мала, то в силу другого рівняння системи (1), буде малою (можливо, і від'ємною) похідна  $\frac{dz}{dt}$ , що показує зменшення чисельності  $z(t)$ .

Цю залежність між  $x$  і  $z$  можна проілюструвати на графіку, що являє собою деяку замкнену криву, всередині якої міститься точка  $N\left(\frac{\gamma}{\delta}, \frac{\epsilon}{\beta}\right)$ .

Отже, з якої б початкової чисельності ми не почали (наприклад, значень  $x_0$  та  $z_0$  - їм відповідає точка  $A(x_0, z_0)$ ), протягом певного часу величини  $x(t)$  і  $z(t)$  будуть змінюватися так, що точка  $M(x(t); z(t))$  буде рухатися по замкненій кривій, доки знову не співпаде з початковою точкою  $A(x_0, z_0)$ .

Але часто в моделюванні різноманітних процесів доцільніше скористатися мовою лінійної алгебри, зокрема теорією матриць. Матриці оточують нас повсюди, це - фінансово-економічні, статистичні матриці-таблиці, спортивні (турнірні) таблиці, матричні теорії у фізиці, астрономії, біології і

т. ін. Наприклад, в економіці за допомогою матриці можна зобразити ціни за одиницю продукції у різних валютах (2):

$$\begin{array}{l} \text{м'ясо (1кг)} \\ \text{ноутбук (1 шт.)} \\ \text{автомобіль (1шт.)} \end{array} \begin{pmatrix} \text{₴} & \$ & \text{€} \\ 100 & 3,5 & 3,2 \\ 8000 & 290 & 250 \\ 560000 & 20000 & 17550 \end{pmatrix} \quad (2)$$

Можна розрахувати норми витрат вихідної сировини на випуск кінцевої продукції. Так, нехай на одиницю випуску трьох видів продукції  $A_1, A_2, A_3$  витрачаються комплектуючі двох видів  $B_1, B_2$  відповідно у кількостях (3):

$$\begin{array}{l} A_1 \quad A_2 \quad A_3 \\ B_1 \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \end{pmatrix} \\ B_2 \begin{pmatrix} 2 & 3 & 1 \end{pmatrix} \end{array} \quad (3)$$

У свою чергу на виготовлення одиниці виробів  $B_1, B_2$  витрачається сировина видів  $C_1, C_2, C_3$  (4):

$$\begin{array}{l} B_1 \quad B_2 \\ C_1 \begin{pmatrix} 2 & 1 \end{pmatrix} \\ C_2 \begin{pmatrix} 3 & 2 \end{pmatrix} \\ C_3 \begin{pmatrix} 4 & 3 \end{pmatrix} \end{array} \quad (4)$$

Відомі витрати  $D_1, D_2, D_3$  на одиницю  $C_1, C_2, C_3$  (5):

$$\begin{array}{l} C_1 \quad C_2 \quad C_3 \\ D_1 \begin{pmatrix} 3 & 5 & 7 \end{pmatrix} \\ D_2 \begin{pmatrix} 4 & 1 & 2 \end{pmatrix} \\ D_3 \begin{pmatrix} 6 & 4 & 1 \end{pmatrix} \end{array} \quad (5)$$

Тоді матриця витрат  $P$  вихідних елементів  $D_1, D_2, D_3$  на одиницю кінцевої продукції  $A_1, A_2, A_3$  можна подати як добуток матриць (5), (4), (3):

$$P = \begin{pmatrix} 3 & 5 & 7 \\ 4 & 1 & 2 \\ 6 & 4 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 2 & 1 \\ 3 & 2 \\ 4 & 3 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 2 & 3 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 49 & 34 \\ 19 & 12 \\ 28 & 17 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 2 & 3 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 117 & 200 & 181 \\ 43 & 74 & 69 \\ 62 & 107 & 101 \end{pmatrix}$$

За допомогою матриць, які називають технологічними, можна чисельно описувати виробничі процеси. Наприклад, знаючи кількість продукції, яку потрібно виготовити, і витрати часу на відповідних верстатах на одиницю продукції, можна обчислити завантаженість обладнання. Апарат лінійної алгебри застосовується для аналізу балансових моделей (модель Леонт'єва) [11, с. 53-63]. У деяких задачах, зокрема пов'язаних з транспортними перевезеннями, закріпленням виробників за споживачами, працівників за верстатами тощо, матриці мають специфічний вигляд: їх елементами є лише 0 і 1 або -1, 0, 1 [11, с. 238-246]. Це дає змогу зменшити громіздкість обчислень за рахунок застосування ІКТ.

Сьогодні в економічній, природничій та інших науках на провідні позиції виходить математична модель як дієвий інструмент дослідження та прогнозування розвитку відповідних процесів і явищ. У системі економічної освіти значна роль відведена курсам економіко-математичного моделювання, дослідженню операцій, оптимізаційним методам з циклу економіко-математичної та загальноекономічної бакалаврської підготовки фахівців за напрямками з економіки і підприємництва, обліку і аудиту, менеджменту. Розв'язування задач планування господарства, підвищення ефективності виробництва, економії ресурсів, покращення методів економічних розрахунків та їх обґрунтування, оптимізації, внутрішнього зв'язку прогнозів, вибору найефективніших інвестиційних рішень і т. п. дають можливість вивчати закономірності ринкової економіки, розробляти нові методи економічних розрахунків і аналізу, методів планування. Значну роль тут відіграє використання сучасних інформаційних технологій.

Економіко-математичне моделювання за останні десятиліття сформувалося в окрему міждисциплінарну область знань із властивими їй об'єктами, підходами та методами дослідження. Економіко-математичне моделювання полягає у заміні реального економічного об'єкта або процесу математичною конструкцією, яка відтворює основні, найістотніші (із позиції дослідника) риси



досліджуваного явища або процесу, абстрагуючись від неістотних. Економіко-математичне моделювання, очевидно, поєднує теорію трьох дисциплін – економіки, математики та інформатики. Тому надзвичайно актуальним постає завдання підготовки спеціалістів-аналітиків. Кваліфікований аналітик, який використовує методи математичного моделювання у повсякденній практиці, певною мірою повинен бути: по-перше, економістом – щоб використовувати економічну теорію для аналізу емпіричних даних; по-друге, математиком – щоб формулювати економічну теорію засобами математичної мови, зробивши її придатною для побудови формалізованих схем та перевірки їх коректності (адекватності емпіричним даним); по-третє, спеціалістом у економічній статистиці – щоб володіти процесами формування інформаційної бази даних і вміти порівнювати у відповідності до економічної теорії реально вимірні макро- та мікроекономічні емпіричні показники; по-четверте, спеціалістом у математичній статистиці – щоб використовувати для аналізу емпіричних даних кількісні методи; по-п'яте, спеціалістом із сучасних ІТ технологій – щоб використовувати комп'ютерну техніку та необхідні програмні продукти, без застосування яких сьогодні немислимий системний аналіз, тому що сам процес моделювання здійснюється за допомогою різноманітних спеціалізованих комп'ютерних програм.

За допомогою математичних методів і методів математичного та імітаційного моделювання можна дослідити взаємодію різноманітних факторів при вивченні впливу рушійних сил і механізмів на стан і розвиток різноманітних природних систем, зокрема, при вивченні функціонування біологічних чи екологічних систем як результату взаємодії її складових елементів та зовнішніх чинників, що позначаються на стані середовища, в якому розглядаються ці системи. Тому сучасним студентам – біологам, хімікам, екологам, технологам - необхідно засвоїти хоча б основи вищої математики, методів математичного моделювання, а також набути практичних навичок дослідження цих моделей. І хоч при вивченні досить простих залежностей можуть виникнути складні математичні моделі, можна вибрати досить ефективну в практичному відношенні модель, яка після її верифікації дозволить розв'язати ряд важливих прикладних задач природознавства. Технічною основою таких досліджень має стати застосування ІТ-технологій.

Ми живемо в час бурхливого розвитку інноваційних технологій. Стрімке зростання ролі ІТ-галузі, робототехніки, нанотехнологій виявляє потребу у досвідчених фахівцях. А тому виникає гостра освітня необхідність у якісному навчанні сьогодишніх учнів і вчителів технічним дисциплінам – математиці, фізиці, інженерії, програмуванню. Одним з актуальних напрямів модернізації та інноваційного розвитку природничо-математичного, гуманітарного профілів освіти виступає STEM-орієнтований підхід до навчання, який сприяє популяризації інженерно-технологічних професій серед молоді, підвищенню поінформованості про можливості їх кар'єри в інженерно-технічній сфері, формуванню стійкої мотивації у вивченні дисциплін, на яких ґрунтується STEM-освіта. Особливого значення набуває формування компетентностей особистості, її здатності до творчого, креативного мислення, вміння ефективно вирішувати складні проблеми власної життєдіяльності, що визначає конкурентоспроможність особистості у сучасних економічних умовах. Тому вкрай важливим є забезпечення розвитку напрямів STEM-освіти в закладах освіти. Успішному розвитку STEM-освіти сприяє залучення ресурсів та співробітництва між педагогічними колективами і зовнішніми учасниками: закладами вищої освіти, академічними науковими установами, науково-дослідними лабораторіями, науковими музеями, природничими центрами, підприємствами, бізнес-структурами, громадськими організаціями [10].

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Ми провели дослідження деяких основних понять курсу вищої математики і показали, що математичні твердження в навчальному процесі є ефективними носіями міжпредметних зв'язків основних математичних дисциплін, а також основою створення математичних моделей у прикладних науках. Це сприяє поглибленню професійної підготовки майбутніх магістрів, вчителів математики, а також учителів та науковців інших (природничих, екологічних, економічних) спеціальностей. У перспективі подальших досліджень у цій сфері можуть бути трансформації навчальних курсів математичних, природничих, економічних дисциплін. Впровадження підходів STEM-освіти в загальноосвітні навчальні заклади вимагає системної просвітницької діяльності серед учителів, розробки готових методик проведення занять, сценаріїв заходів. Внесення змін до навчальних програм на сьогодні є недоцільним у першу чергу через відсутність достатньої кількості учителів, здатних впроваджувати ці підходи. Особлива увага приділяється співробітництву фахівців різного профілю у розробленні спеціального освітнього середовища з використанням ІКТ.

#### Список використаної літератури

1. Александров А.Д. Основания геометрии. М.: Наука, 1987. 388 с.
2. Вивальнюк Л.М., Григоренко В.К., Левіщенко С.С. Числові системи. К.: Вища школа, 1988. 271 с.
3. Давидов М.О. Курс математичного аналізу: підручник. У 3-х ч. К.: Вища школа, 1976. Ч. 2. 592 с.
4. Каган В. Ф. Очерки по геометрии. М.: Изд-во Московского ун-та, 1963. 572 с.

5. Костарчук В.М., Хацет Б.І. Курс вищої алгебри: підручник. К.: Вища школа, 1969. 540 с.
6. Колмогоров А.М., Фомін С.В. Елементи теорії функцій і функціонального аналізу: підручник. К.: Вища школа, 1974. 456 с.
7. Кузьмич В.І. Побудова плоских образів у довільному метричному просторі. Вісник Черкаського університету. Серія Педагогічні науки., 2017. №11. С. 40-46.
8. Кузьмич В.І., Валько М.І., Валько П.М., Яковенко Т.О. Про спільну точку операторів. Прикладні питання математичного моделювання, 2018. № 1. Херсон: Херсонський національний технічний університет. С. 19-26.
9. Кушнір Н.О., Валько Н.В., Осипова Н.В., Кузьмич Л.В. Відкриті освітні ресурси для організації навчання у контексті STEM-освіти. ISSN: 2414-0325. Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету, 2017. № 3. С. 247-255.
10. Методичні рекомендації щодо впровадження STEM-освіти у загальноосвітніх та позашкільних навчальних закладах України на 2017/2018 навчальний рік; лист ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти» від 19.07.2018, №22.1/10 - 2573.
11. Савченко О.Г., Валько Н.В., Кузьмич Л.В., Кавун Г.М. Оптимізаційні методи і моделі: інтерактивний комплекс забезпечення дисципліни. Херсон: Айлант, 2014. 430 с.
12. Холл М. Теория групп. М: Изд. иностр. лит., 1962. 468 с.

#### References

1. Aleksandrov A.D. (1987). Osnovaniya geometrii. M.: Nauka, 388. (in Russ.)
2. Vyvalniuk L.M., Hryhorenko V.K., Levishchenko S.S. Chyslovi systemy.. (1988). K.: Vyshha shkola, 271 (in Ukr.).
3. Davydov M.O. Kurs matematychnogo analizu: pidruchnyk. U 3-x ch. K.: Vyshha shkola, ch. .2, 592 (in Ukr.).
4. Kahan V. F. (1963) Ocherky po heometryu. M.: Yzd-vo Moskovskoho un-ta, 572. (in Russ.)
5. Kostarchuk V.M., Khatset B.I. (1969). Kurs vyshchoi alhebry: pidruchnyk. K.: Vyshcha shkola., 540. (in Ukr.).
6. Kolmohorov A.M., Fomin S.V. (1974). .Elementy teorii funktsii i funktsionalnoho analizu: pidruchnyk. K.: Vyshcha shkola, 456. (in Ukr.).
7. Kuzmych V.I. (2017). Pobudova ploskykh obraziv u dovilnomu metrychnomu prostori. Visnyk Cherkaskoho univer-tu. Serii Pedahohichni nauky., №11. 40-46. (in Ukr.).
8. Kuzmych V.I., Valko M.I., Valko P.M., Yakovenko T.O. (2018). Pro spilnu tochku operatoriv. Prykladni pytannia matematychnoho modeliuвання., № 1. Kherson: Khersonskiyi natsionalnyi tekhnichnyi universytet. 19-26. (in Ukr.).
9. Kushnir N.O., Valko N.V., Osypova N.V., Kuzmych L.V. (2017). Vidkryti osvitni resursy dlia orhanizatsii navchannia u konteksti STEM-osvity. ISSN: 2414-0325. Vidkryte osvitnie e-seredovyshche suchasnoho universytetu., № 3, 247-255. (in Ukr.).
10. Metodichni rekomendatsii shchodo vprovadzhennia STEM-osvity u zahalnoosvitnikh ta pozashkilnykh navchalnykh zakladakh Ukrainy na 2017/2018 navchalnyi rik; lyst DNU «Instytut modernizatsii zmistu osvity» vid 19.07.2018, № 22.1/10 - 2573.
11. Savchenko O.H., Valko N.V., Kuzmych L.V., Kavun H.M. (2014). Optymizatsiini metody i modeli: interaktyvnyi kompleks zabezpechennia dystsypliny. Kherson: Ailant, 430. (in Ukr.).
12. Khol M. (1962). Teoryia hrupp. M: Yzd. ynostr. lyt., 468. (in Rus.)

# **ВІСНИК**

## **Херсонського національного технічного університету**

Відповідальний за випуск	Хомченко Анатолій Никифорович, д.ф.-м.н., професор, заслужений діяч науки і техніки України
Технічний редактор	Литвиненко Олена Іванівна к.т.н., доцент
Макетування	Омельчук А.А.

Свідоцтво про державну реєстрацію засобу масової інформації –  
серія КВ № 17371-6141 от 17.12.2010

Підписано до друку 29.08.2019 р. Формат 60x84/8. Папір офсетний.  
Ум. друк. Аркушів 35,81. Замовлення № 12. Тираж 120 прим.

Матеріали друкуються в авторській редакції.  
Відповідальність за достовірність даних, зазначених у статтях,  
несуть їх автори.

© Херсонський національний технічний університет 2019

Видавництво та друк: «ОЛДІ-ПЛЮС»  
73034, м. Херсон, вул. Паровозна, 46-а  
E-mail: office@oldiplus.com  
Свід. ДК No 6532 від 13.12.2018 р.