

9. Коул Дж. Методы возмущений в прикладной математике : пер. с англ. А.И. Державиной и В.Н. Диесперова / Джулиан Коул; под ред. О.С. Рыжова. – М. : Изд-во "Мир", 1972. – 276 с.

10. Боголюбов Н.Н. Асимптотические методы в теории нелинейных колебаний / Н.Н. Боголюбов, Ю.А. Митропольский. – М. : Изд-во "Наука", 1974. – 504 с.

11. Сенник П.М. Асимптотический метод и периодические Ateb-функции в теории существенно нелинейных колебаний / П.М. Сенник, И.П. Смерека, Б.И. Сокил // В сб.: Асимптотические и качественные методы в теории дифференциальных уравнений. – К. : Изд-во Ин-та математики, 1977. – С. 143-156.

*Надійшла до редакції 16.10.2016 р.*

### **Дзюба А.А. Влияние нелинейных силовых характеристик системы подрессоривания полуприцепов и модифицированной ее системы сцепления с тягачом на динамику подрессоренной части**

С целью улучшения динамических характеристик полуприцепов, предложена модернизированная система сцепления полуприцепа и тягача. Она, в отличие от существующей системы, характеризуется дополнительно моментом стабилизации, который пытается вернуть подрессоренную часть полуприцепа в уравновешенное положение. Построена математическая модель поперечно-угловых колебаний подрессоренной части полуприцепа при нелинейных силовых характеристиках системы подрессоривания и момента стабилизации. На ее основе получены аналитические зависимости, описывающие амплитуду и частоту рассматриваемых нелинейных колебаний, учитывающие основные силовые характеристики системы подрессоривания и момента стабилизации. Установлено в частности: в случае прогрессивного закона изменения восстановительной силы амортизаторов, большим значениям амплитуды колебаний соответствует большее значение собственной частоты, а для регрессивного – наоборот; момент стабилизации уменьшает амплитуду возмущения, вызванного наездом на неровности пути. Таким образом, использование модернизированной системы сцепления полуприцепа и тягача в значительной мере повышает эксплуатационные характеристики полуприцепа. Полученные в работе теоретические результаты послужат базой для проектно-конструкторских работ, к практической модернизации системы сцепления полуприцепа и тягача.

**Ключевые слова:** система подрессоривания, статическая деформация, амплитуда, частота колебаний.

### **Dzyuba A.A. The influence of Nonlinear Power Patterns of a Semitrailer Sprung System and its Modified Coupling System with Tractor on the Dynamics of a Sprung System**

A modernized semitrailer-tractor coupling system is suggested in order to improve the dynamic behavior of semitrailers. This system as opposed to the existing system is characterized by the additional stabilization torque which makes the sprung system turn into a balanced position. A mathematical model of cross – angular oscillations of the semitrailer sprung system for nonlinear power system characteristics of the sprung system and stabilization torque is developed. This model gave the analytical dependences that describe the amplitude and frequency of the nonlinear oscillations that take into account the basic power features of the sprung system as well as stabilization torques. It is discovered that in the case of progressive changes in the order of the regenerative force of the shock absorbers, larger amplitude values correspond to higher values of frequency, and for regressive changes – on the contrary; the stabilization point reduces the amplitude of the disturbance caused by hitting roughness of the road. Thus, the use of the upgraded system of the semitrailer-tractor coupling significantly improves the performance of the semitrailer. Theoretical results obtained in this work serve as a basis for the design information for practical modernization of the semitrailer-tractor coupling system.

**Keywords:** sprung system, static deformation, amplitude, oscillation frequency.

УДК 519.85.004.42

## **СТРУКТУРИЗАЦІЯ МЕТОДІВ РОЗВ'ЯЗАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ І ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧ ТА ЇХ ІНФОРМАЦІЙНА СУТНІСТЬ**

*Н.М. Пасека<sup>1</sup>, М.С. Пасека<sup>2</sup>, О.В. Ерстенок<sup>3</sup>*

Розглянуто методи структуризації процедур розв'язання математичних і прикладних задач та виявлення їх інформаційної сутності. На підставі проведеного аналізу виділено класи практичних і математичних задач, які різняться характером своїх об'єктів та типом умов і вимог. Побудовано для типової задачі схему розбиття процесу на компоненти і кроки, які відображають процедури мислення та алгоритмізації у вигляді, логічно-структурного процесу розв'язання задачі. Описано моделі формування ситуаційних задач, а також запропоновано перспективи дослідження та використання моделі пошуку розв'язання нестандартних задач й обґрунтовано метод пошуку алгоритму знаходження розв'язку математичних задач як компонентів інформаційних технологій.

**Ключові слова:** модель, компонент, об'єкт, розбиття задач, інформаційні сутності, логічно-структурований процес.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Вміння розв'язувати задачі є основним показником математичного та інтелектуального розвитку особи, яке вказує на глибину освоєння знань, набутих у процесі навчання. Перевірка знань ґрунтується на оцінюванні вміння розв'язувати задачі різного типу, при цьому засвоєнні теоретичні знання не є підставою уміння знаходити методи і способи розв'язання задач. Причиною такої ситуації є таке: одні учні вникають у процес розв'язання задачі, а інші не вміють і не стараються зрозуміти їх суть; стараються зрозуміти в чому суть прийомів та методів розв'язання задачі, вивчають логіку й понятійну структуру задач та виявляють її мету; виділяють з кожного рішення загальні прийоми і процедури та способи розв'язання задач; зрозуміти сутність розв'язуваних задач, структуру математичних перетворень і побудову логіки виведень й доказів. Для того щоб розв'язати задачі у процесі навчання, потрібно виявити їх структуру та уявити інструмент розв'язання.

**Означення:** задача представляє собою вимогу або питання, на яку потрібно знайти відповідь, на підставі тих умов, які вказано в задачі [2].

**Структура задачі, опис:** проаналізувати зміст і структуру; встановити вимоги і мету; оцінити умови, згідно з якими треба розв'язати задачу; переглянути відомі методи і способи процесу досягнення мети і вибрати один з варіантів; виконати процедуру розв'язання та оцінити результат відносно мети.

**У процесі розв'язання задачі потрібно:** розчленити формулювання задачі на умови; виділити компоненти та елементарні умови і вимоги, мету; провести аналіз структури задачі.

**Напрямок аналізу задачі:** проводячи аналіз задачі та виділивши з формулювання задачі її умови, потрібно в ході пошуку способу і методу розв'язання пов'язувати умови з вимогами і метою, та виявленню сутності вимог.

**Схематична структура задачі:** результати попереднього аналізу потрібно формалізувати і записати у відповідній формі, схемі залежності від типу задачі.

<sup>1</sup> викл. Н.М. Пасека – Прикарпатський НУ ім. В. Стефаніка, м. Івано-Франківськ;

<sup>2</sup> доц. М.С. Пасека, канд. техн. наук – Івано-Франківський НТУ нафти і газу;

<sup>3</sup> магістр О.В. Ерстенок – Івано-Франківський НТУ нафти і газу

*Задачі структуровані:* розв'язання рівнянь і нерівностей; перетворення форми виразів; логічні форми та їх перетворення.

*Задачі неструктуровані.* Згідно з проведеним аналізом проводиться запис: тип задачі; основні вимоги і мета; об'єкти умов; характеристики компонентів; графічна схема структури задачі.

Відповідно, на підставі проведеного аналізу можна виділити класи практичних і математичних задач, які різняться характером своїх об'єктів та типом умов і вимог.

*Сутність і структура розв'язання математичних задач.* Для виявлення способів і методів розв'язання задач потрібно усвідомити інтелектуальні дії, потрібні для побудови процесу розв'язання задач різних класів (рис. 1).

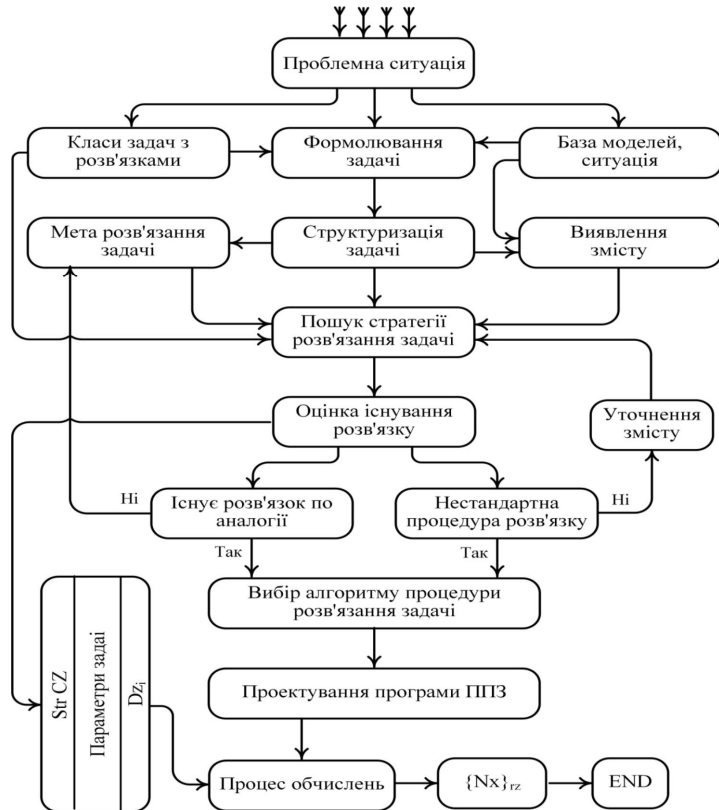


Рис. 1. Схема формування ситуаційних задач

Відповідно, будується для кожної задачі схема розбиття процесу на компоненти і кроки, які відображають процедури мислення та алгоритмізації у вигляді логічно-структурного процесу розв'язання задачі (табл.).

**Методи дослідження.** Процес розв'язання задачі ґрунтується на інтелектуальних діях з використанням інформації про суть задачі та інформаційних технологіях, які сформовані в процесі навчання.

Табл. Логічно-структурний процес розв'язання задачі

№ кроку	Основні положення теорії	Умови	Результати перетворень
1	Закони	$Z_i$	–
2	Правила	$P_i$	–
3	Дії згідно з правилами	$D_i : (P_i \cdot Z_i) \cdot X_{ij}$	$A : X_{ij} \in V_m < \frac{F}{M}$
4	Правила виводу	–	–
5	Властивості	–	–
6	Кінцеві дії	–	$H : X_{ij} \in V_m \rightarrow T$

Процес має логічну та математичну структуру і його виконання розбивається на етапи: *перший етап* – аналіз задачі, полягає у виявленні інформаційної сутності, змісту, меті, умовах і вимогах. *Другий етап* – схематичний запис сутності задачі і її структуризація математична та логічна, що потрібно для способу пошуку розв'язання задачі. *Третій етап* – пошук способу розв'язання задачі на підставі існуючих методів або пошуку нових, які гарантують розв'язання задачі на підставі реалізованих попередніх розв'язків. *Четвертий етап* – виконання процедури і процесу розв'язання задачі на підставі вибраних способів, методів апробованих попередньо. *П'ятий етап* – перевірка розв'язку задачі на відповідність умови, вимогам та меті. *Шостий етап* – дослідження критичних умов у процедурі розв'язання задачі, що вимагає встановити, за яких умов задача має рішення та скільки можливих рішень при корекції умов, то оцінка умов неможливості існування процесу розв'язання задачі (процедури алгоритму, стратегії). *Сьомий етап* – формування відповіді і результату розв'язання задачі та його інформаційна сутність щодо досягнення мети. *Восьмий етап* – аналіз процесу і результатів розв'язання задачі та оцінка адекватності відповідей. Схему структуризації задач представлено на рис. 2.

Структура процесу розв'язання задач насамперед залежить від типу задачі і відповідно якими знаннями володіє учень та потрібними уміннями [1]. При цьому не завжди можна виділити чітко етапи розв'язання задач і їх логічну та інформаційну структуру. У процесі аналізу задачі виконується пошук процедури, способу її розв'язання, плану виконання математичних, інтелектуальних і логічних дій на основі ідеї досягнення мети (стратегії).

*Стандартні задачі.* Метод розв'язання стандартних задач полягає в побудові послідовності кроків з логіко-математичних дій, які відображають інформаційно-інтелектуальну діяльність у процесі мислення особи. Кожний крок є застосування положень математики до умов задачі або їх наслідків, тобто знаходження послідовності кроків з відповідним типом логічних і математичних дій є підставою процесу розв'язання задачі відповідно до мети.

*Перший крок* – математичний апарат встановлюється для багатьох видів задач, до якого належить задача. *Другий крок* – пошук процедури виконання процесу розв'язання задачі полягає у складанні плану на підставі правил, формул, тотожних перетворень, означень теорем-програми – як послідовності інтелектуальних кроків дій для розв'язання задачі цього виду. *Третій крок* – розв'язання стандартної задачі полягає в примітці алгоритму згідно з програмою до умов задачі. Якщо деякі кроки програми пошуку розв'язання задачі ви-

магають для свого виконання додаткових блоків програми, то відносно них виконуються ті ж самі математичні і логічні дії та операції (розпізнавання виду структури задачі, складання програми інтелектуальних і інформаційних, логічних операцій та виконання дій в процесі розв'язання задачі).

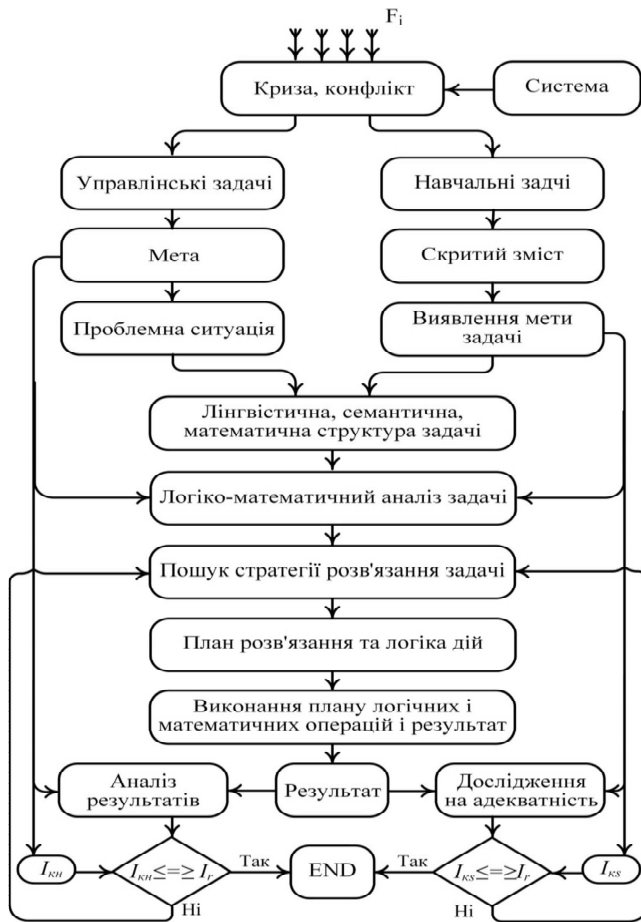


Рис. 2. Схема структуризації задач

Для розв'язання стандартних задач класичним методом, без інформаційних технологій, учень як інтелектуальний агент повинен утримувати у своїй пам'яті: всі вивчені в курсі математики загальні правила, формули, тотожності; загальні положення, визначення та теореми;

Правила, використовуючи які можна знайти послідовність кроків для розв'язання певного класу задач (стратегії, плани, інформаційні діаграми прийняття рішень на управління процесом досягнення мети задачі).

Відповідно правила задаються в різних формах: словесні правила на основі означень; правила-формули, які вказують на послідовність кроків математич-

них дій; правила-тотожності, які є підставою складання програми дій з послідовністю кроків; правила-теореми, які використовують у процедурах логічного доведення; правила-означення – на підставі виділення відповідного означення [2]. Правила для розв'язання задач формують у математиці у звернутому вигляді, для того щоб їх використати, потрібно вміти їх розгорнути в плани дій і програми. Процес розв'язання стандартних задач має такі особливості логіко-математичних та інтелектуальних дій.

Структура плану дій: аналіз задачі зводиться до встановлення (розпізнавання образу інформаційної структури і змісту) виду задачі; розпізнавати вид задачі та її зміст; запам'ятати всі раніше правила математики і логіки виконання дій, на основі яких розв'язується задача; для вибору і математичних і логічних дій потрібно знати цільову орієнтацію та умови задачі; вміти розгорнути в послідовності загальні правила, формули, тотожності означення та теореми в алгоритмах та програми дій (алгоритмізація процесу розв'язання задачі) [3]. Структуру пошуку розв'язання нестандартних задач наведено на рис. 3.

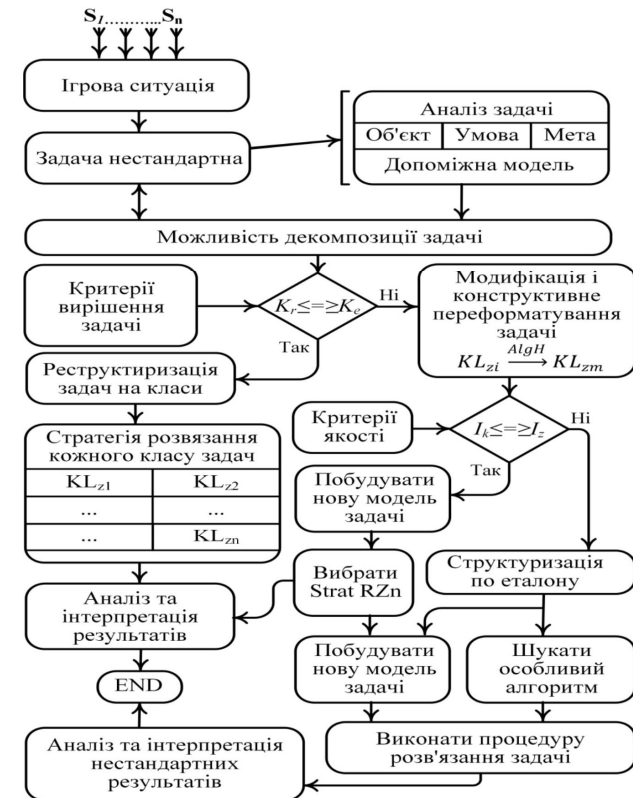


Рис. 3. Схема пошуку розв'язку нестандартних задач

Процес розв'язання нестандартних задач є у послідовному застосуванні двох основних інтелектуальних операцій логічного і інформаційного характеру:

зведення, шляхом перетворень нестандартної задачі до стандартної, для якої існує алгоритм розв'язання та програма за відповідної корекції умов; розбиття нестандартної задачі на декілька стандартних під задач (декомпозиція структури та дерева цілей); використання евристичних правил пошуку плану розв'язання нестандартних задач і відповідних інтелектуальних ресурсів (знань).

**Висновок.** Розглянуто метод структуризації процедур розв'язання математичних і прикладних задач та виявлення їх інформаційної сутності. Описано моделі формування ситуаційних задач, а також запропоновано перспективи дослідження та використання моделі пошуку розв'язання нестандартних задач й обґрунтовано метод пошуку алгоритму знаходження розв'язку математичних задач як компонентів інформаційних технологій.

### Література

1. Rashkevych Y. Optimization search process in database of learning system IEEE International Workshop on Intelligent data acquisition and advanced computing systems: technology and application / Y. Rashkevych, D. Peleshko, M. Pasyeka // Computer Science & Information Technologies (CSIT'2003) 8-10 September, 2003, Lviv, Ukraine. – Pp. 358-361.
2. Pasyeka, M. Mathematical Model of Adaptive Knowledge Testing Perspective technologies and methods in mems design, MEMSTECH 2009 / M. Pasyeka, T. Sviridova, I. Kozak // 22-24 April 2009 Lviv, Ukraine. – Pp. 96-97.
3. Pasyeka M.S. Adaptive model evaluation test tasks of universities, as an element of improving the quality of education / M.S. Pasyeka, N.M. Pasyeka, V.M. Yurchyshyn, O.F. Kozak, V.V. Bandura // Computer Science & Information Technologies (CSIT'2014), 18-22 november 2014, Lviv, Ukraine. – Pp. 122-126.

Надійшла до редакції 21.11.2016 р.

### Пасека Н.М., Пасека Н.С., Эрстеньюк О.В. Структуризация методов решения математических и прикладных задач и их информационная сущность

Рассмотрены методы структуризации процедур решения математических и прикладных задач и выявления их информационной сущности. На основании проведенного анализа выделены классы практических и математических задач, которые различаются характером своих объектов и типом условий и требований. Построена для типовой задачи схема разбивки процесса на компоненты и шаги, которые отображают процедуры мышления и алгоритмизации в виде логично-структурного процесса решения задачи. Описаны модели формирования ситуационных задач, а также предложены перспективы исследования и использования модели поиска решения нестандартных задач и обоснован метод поиска алгоритма нахождения решения математических задач как компонентов информационных технологий.

**Ключевые слова:** модель, компонент, объект, разбивка задач, информационные сущности, логически-структурированный процесс.

### Pasyeka N.M., Pasyeka M.S., Erstenyuk O.V. Structuring Methods of Solving Mathematical and Applied Problems and their Informational Nature

Some methods of structuring procedures for solving mathematical and applied problems and identify of their informational essence are reviewed. On the basis of the analysis we have selected classes of practical and mathematical problems which differ in the nature of their objects and the type of conditions and requirements. A partitioning scheme of the process components for typical tasks and steps which reflect the procedures of thinking and algorithms in the form of a logical structural problem-solving process are designed. The model of the formation of situational problems, and the prospects for the exploration and use of models of finding solutions to unusual problems and validated method finding algorithm for finding solutions of mathematical problems as components of information technology are described.

**Keywords:** model, component, object, division of tasks, information entity, logically-structured process.

УДК 004.[942+772]

## ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ АТЕВ-ПРОГНОЗУВАННЯ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ЗАВАНТАЖЕННЯ КАНАЛІВ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ

О.Ю. Федевич<sup>1,2</sup>

Розглянуто сучасний стан зростання обсягів даних у комп'ютерних мережах. Проаналізовано дані корпорації Cisco. Описано розроблену комп'ютерну імітаційну модель мережі за допомогою програмного забезпечення OMNeT++. Здійснено імітаційне моделювання двох топологій комп'ютерних мереж, отриманих з бази даних проекту The Orpte Project. Ефективність запропонованого методу Ateb-прогнозування трафіку потоку доведено експериментально, на основі розроблених імітаційних моделей комп'ютерних мереж. Показано, що завдяки застосуванню запропонованого методу Ateb-прогнозування середня затримка передавання пакетів зменшилась на 12-14 %, а максимальна затримка передавання пакетів відповідно зменшилась на 14-19 %. Експерименти проілюстровано графіками.

**Ключові слова:** трафік потоку, комп'ютерна мережа, імітаційна модель, OMNeT++, The Orpte Project, Ateb-прогнозування.

**Вступ.** Стрімке вдосконалення та розширення топологій та можливостей комп'ютерних мереж на сьогодні породило велику кількість проблем, серед яких окремим класом постають проблеми покращення за різними критеріями передавання інформації через вузли комп'ютерної мережі. Враховуючи всі теперішні вимоги до комп'ютерних мереж передавання даних у різних сферах діяльності людини, можна зазначити, що наявні проблеми загалом дуже сповільнюють розвиток інформаційних технологій у галузі високошвидкісного передавання даних.

Основним завданням комп'ютерної мережі з погляду транспортування інформації – є, по суті, передавання інформації від вузла-відправника до вузла-отримувача, що зазвичай вимагає кількох транзитних пересилань. З цих причин впливає, що удосконалення алгоритмів маршрутизації може істотно покращити продуктивність роботи вузлів комп'ютерної мережі.

Телекомунікаційні системи на сучасній стадії розвитку трансформувались зокрема й у складні та неструктуровані гетерогенні комп'ютерні мережі, в яких здійснюється передавання інформації між серверами та клієнтами за допомогою різнотипного вузлового обладнання [1].

Терміном "трафік" позначають обсяг переданої інформації за одиницю часу або кількість пакетів за одиницю часу [2]. Своєю чергою, пропускна здатність формує обмеження трафіку мережі, яке існує залежно від програмного та апаратного забезпечень на ділянці телекомунікаційної мережі [3].

Мережі є невід'ємною частиною бізнесу, освіти, державного управління та повсякденних комунікацій. Мобільні IP-мережі розвиваються в основному за рахунок комбінації відеотрафіку, трафіку соціальних мереж і сучасних додатків для спільної роботи. Вони отримали назву візуальної мережі. На основі прогно-

<sup>1</sup> аспір. О.Ю. Федевич – НУ "Львівська політехніка";

<sup>2</sup> наук. керівник: доц. І.М. Дронюк, канд. фіз.-мат. наук, НУ "Львівська політехніка"