

Національна академія наук України
Відділення математики

ЗВІТ
академіка-секретаря Відділення математики НАН України
академіка НАН України А.М. Самойленка
про роботу, проведену відповідно до розподілу
обов'язків між членами Президії НАН України
у 2015-2019 рр.



Академік-секретар Відділення
академік НАН України
А.М. Самойленко

13 квітня 2020 року

СТРУКТУРА ВІДДІЛЕННЯ МАТЕМАТИКИ НАН УКРАЇНИ

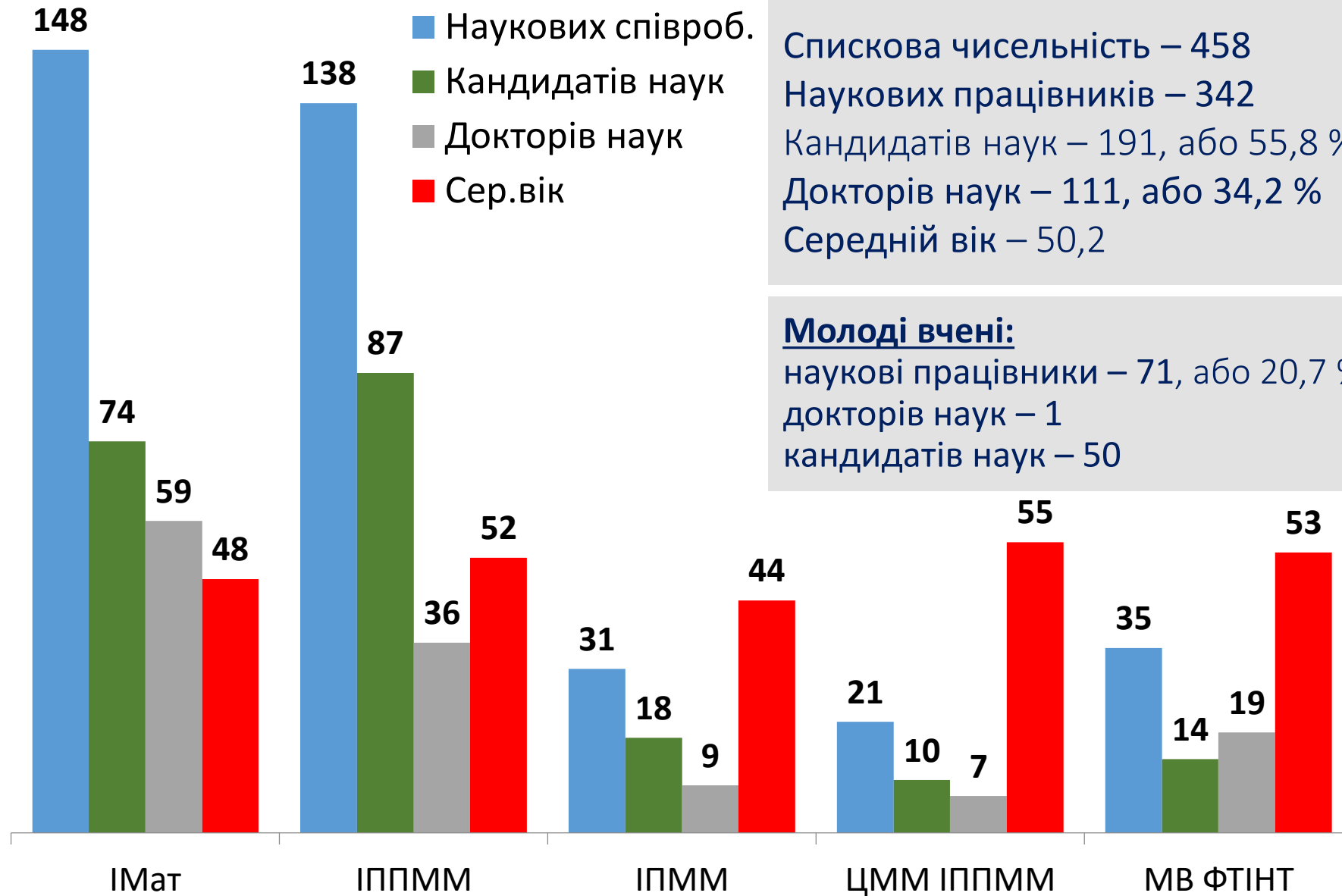
Члени Відділення станом на 31.12.2019:

- 12 дійсних членів (академіків)
- 17 членів-кореспондентів НАН України

Установи Відділення:

- **Інститут математики**
- **Інститут прикладної математики і механіки**
- **Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я. С. Підстригача**
 - **Центр математичного моделювання Інституту прикладних проблем механіки і математики ім. Я. С. Підстригача**
- **Математичне відділення Фізико-технічного інституту низьких температур ім. Б.І. Веркіна НАН України, над яким Відділення здійснює науково-методичне керівництво**

КАДРОВИЙ СКЛАД ВІДДІЛЕННЯ МАТЕМАТИКИ НАН УКРАЇНИ станом на 31.12.2019*



* - без сумісників

ОСНОВНІ НАПРЯМИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ВІДДІЛЕННЯ МАТЕМАТИКИ НАН УКРАЇНИ

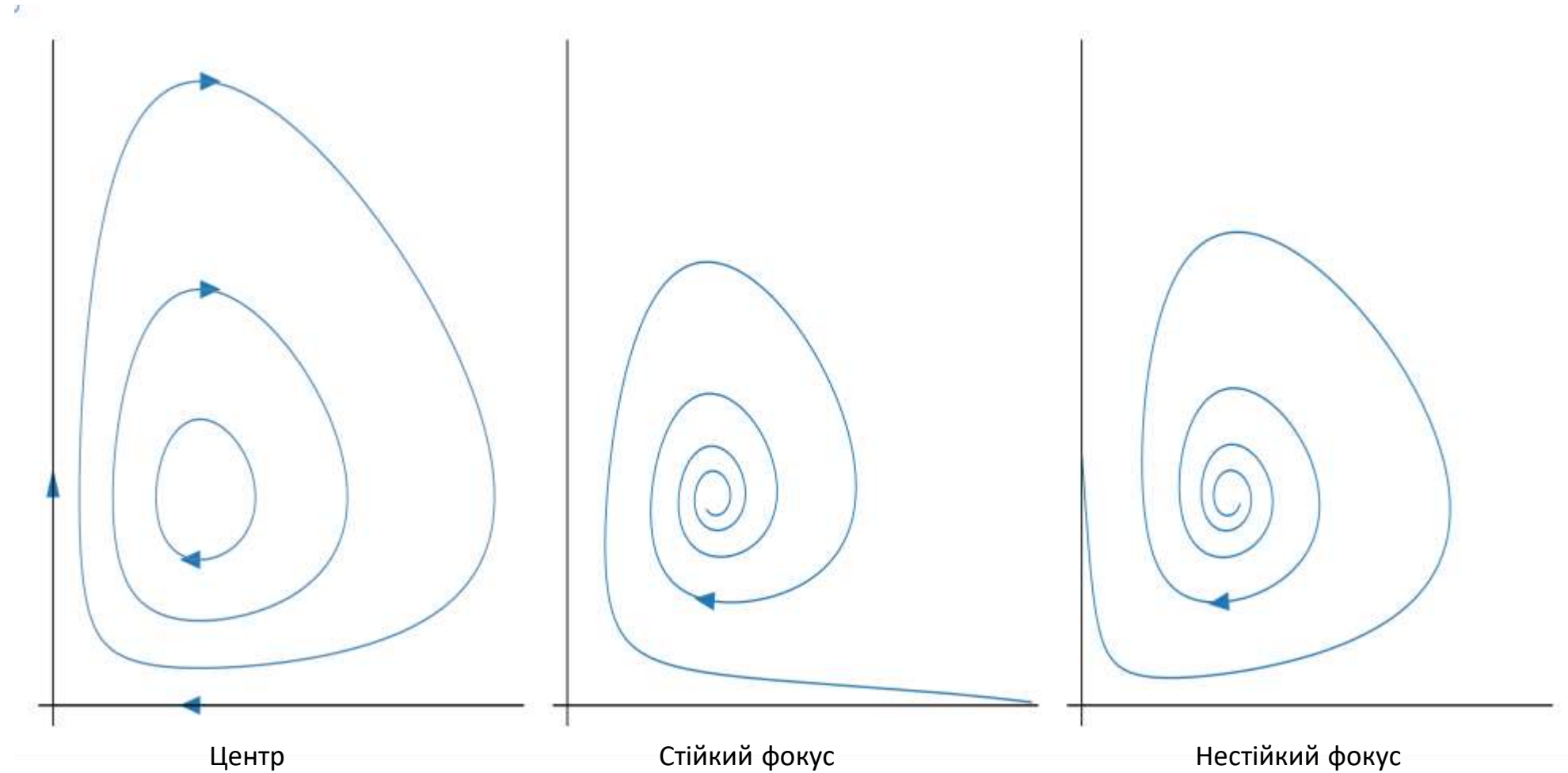
- 1. Диференціальні, функціонально-диференціальні рівняння, динамічні системи та нелінійні граничні задачі для рівнянь в частинних похідних.**
- 2. Функціональний та нелінійний аналіз, теорія функцій дійсної та комплексної змінних.**
- 3. Стохастичні диференціальні рівняння, теорія випадкових процесів та фрактальний аналіз.**
- 4. Алгебраїчні, геометричні та топологічні структури.**
- 5. Математичні проблеми динаміки, стійкості та керування руху складних механічних систем.**
- 6. Математичне моделювання природних і технологічних процесів.**
- 7. Обчислювальна математика.**
- 8. Математична фізика і математичні методи статистичної фізики.**

З 2017 року започатковано цільову наукову програму Відділення «Розробка та дослідження сучасних математичних моделей у галузі фізико-технічних та медико-біологічних наук».

НОРМАЛЬНО-РОЗВ'ЯЗНІ КРАЙОВІ ЗАДАЧІ

Інститут математики НАН України

акад. НАН України А.М.Самойленко, чл.-кор. НАН України О.А.Бойчук



Біфуркація розв'язків крайових задач для рівняння типу Лотки-Вольтерра

СЛАБКІ ХИМЕРНІ СТАНИ У МІНІМАЛЬНИХ МЕРЕЖАХ ФАЗОВИХ ОСЦИЛЯТОРІВ

Інститут математики НАН України
О.А. Бурилко

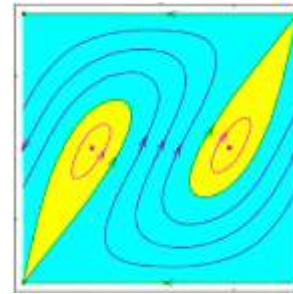
На основі якісного аналізу режимів колективної поведінки зв'язаних фазових осциляторів введено математичне поняття “хімерного стану”, яке відповідає фізичному явищу колективної динаміки у складних осциляційних системах, що дозволило:

- дослідити колективну динаміку та біфуркацій у осциляторних мережах різної архітектури;
- побудувати мінімальні осциляторні мережі, що мають стійкі “слабкі химери” та модульні системи, із гетероклінічними та хаотичними химерами.

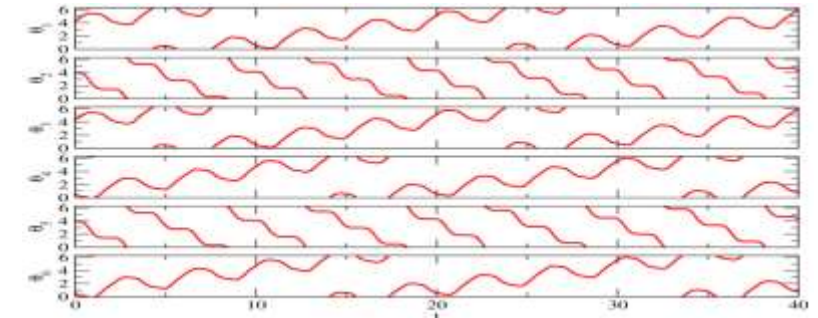
Дослідження явищ колективної динаміки може бути застосоване в описі взаємодії найпростіших частинок, масивів з'єднань Джозефсона, електрохімічних осциляторів, масивів лазерів, нейронних мереж та взаємодії живих організмів.

$$\frac{d\theta_i}{dt} = \omega_i + \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N K_{ij} g(\theta_i - \theta_j), \quad i = 1, \dots, N,$$

Модель зв'язаних фазових осциляторів



Фазовий портрет траєкторії химери редукованої системи у фазових різницях



Розгортка тору із коливаннями осциляторів, які відображають химерні стани шести фазових осциляторів

- 1.SIAM. – 2018.
- 2.Scientific reports. – 2018.
- 3.Chaos. – 2015.

КЕРОВАНА СТАБІЛІЗАЦІЯ КОЛИВАНЬ ПРУЖНИХ ОБОЛОНКОВИХ КОНСТРУКЦІЙ

Інститут прикладної математики і механіки НАН України
спільно з Інститутом динаміки систем Університету Штутгарта (ФРН)
О.Л. Зуєв

Призначення

Інтелектуальне керування рухомими опорами новітніх надлегких будівельних конструкцій з метою гасіння коливань оболонкових будівельних конструкції складної форми

Рівень готовності розробки

Використовується в експериментальних випробуваннях гібридної керованої оболонки в Інституті динаміки систем Університету Штутгарта (ФРН)

Переваги

1. Універсальний алгоритм гасіння коливань оболонкових конструкцій складної форми.
2. Інтелектуальна високоточна компенсація зовнішніх збурень на основі сигналів датчиків деформації.
3. Мінімізація навантажень на керовані опори.

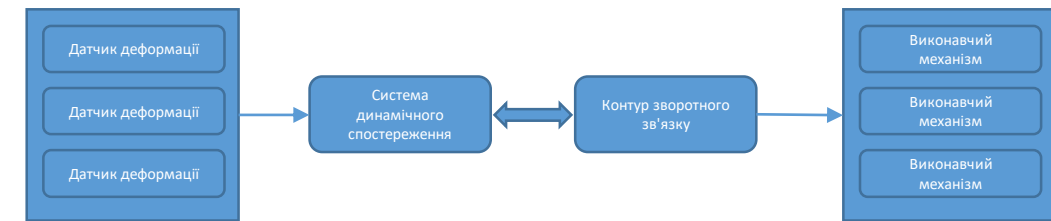
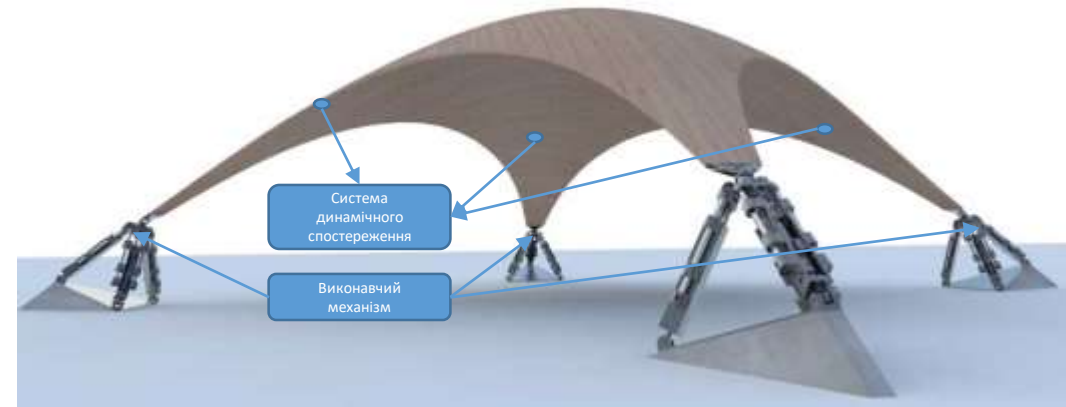
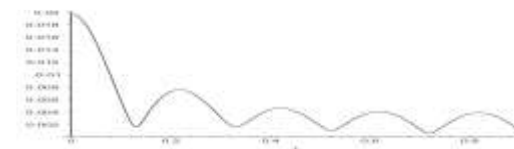
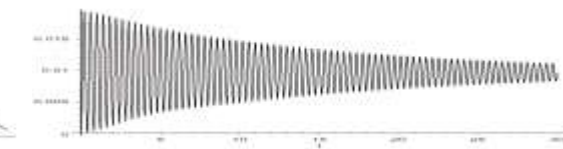


Схема стабілізації гібридної керованої оболонки



Гасіння коливань оболонки з багатовимірним активним керуванням



Колівання оболонки з дефіцитом керувань

Гасіння низькочастотних та високочастотних коливань

АДАПТИВНІ АЛГОРИТМИ КЕРУВАННЯ ДЛЯ ЗАДАЧ ДИНАМІЧНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ

Інститут прикладної математики і механіки НАН України

спільно з Інститутом теорії систем і автоматичного керування Університету Штутгарта (ФРН)

В.В. Грушковська

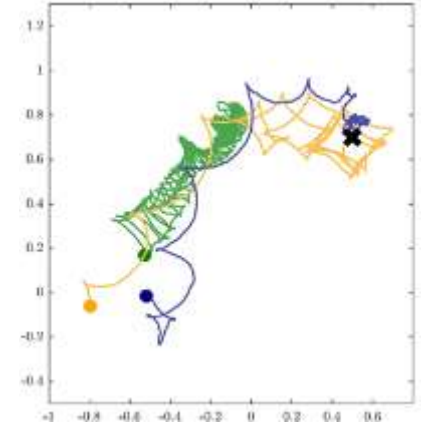
Виявлено новий клас функцій керування для задач динамічної оптимізації, який з теоретичної точки зору узагальнює низку існуючих алгоритмів пошуку екстремуму та дозволяє будувати нові керування, а з практичної точки зору дозволяє синтезувати керуючі алгоритми з потрібними властивостями, які відповідають різноманітним вимогам практики.

Серед таких властивостей: підвищення точності алгоритмів та зменшення амплітуди коливань; простота впровадження; зменшення часу, необхідного для реалізації поставленої мети; обмежене споживання обчислювальних потужностей тощо.

Отримані результати відкривають нові перспективи щодо оптимізації складних динамічних та багатоагентних систем, зокрема систем комп'ютерного керування рухом програмованих мобільних роботів.



Програмований мобільний робот



Траєкторії руху робота з різними керуваннями

Результати експерименту щодо пошуку роботом цілі з невідомими координатами

Застосовано три типи керування:

- керування за Н.-В. Dürr et al. (зелена траєкторія)
- керування за А. Scheinker et al. (жовта траєкторія)
- В.В. Грушковська та ін. (синя траєкторія)

При використанні останнього керування спостерігаємо найкращу точність алгоритму та ефект згасання коливань.

1. V. Grushkovskaya, A. Zuyev, C. Ebenbauer. On a class of generating vector fields for the extremum seeking problem: Lie bracket approximation and stability properties // Automatica. – 2018. – V. 94. – P. 151-160.
2. V. Grushkovskaya, S. Michalowsky, A. Zuyev, M. May, C. Ebenbauer. A family of extremum seeking laws for a unicycle model with a moving target: theoretical and experimental studies // Proc. 2018 European Control Conference (ECC). – 2018. – P. 912 – 917.
3. V. Grushkovskaya, C. Ebenbauer. Multi-agent coordination with Lagrangian measurements // IFAC-PapersOnLine. – 2016. – Vol. 49. – No. 22. – P. 115-120.

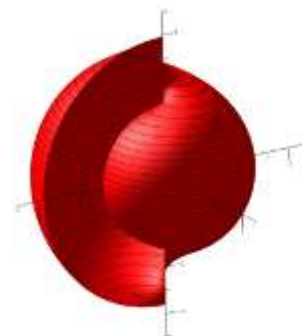
НОВІ ЕФЕКТИ В ПОЛІ ЧОРНИХ ДІР, ПЕРЕДБАЧЕНІ НА ОСНОВІ НОВИХ РОЗВ'ЯЗКІВ РІВНЯНЬ ПОЛЯ ТА РУХУ ЧАСТОК

Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С.Підстригача НАН України

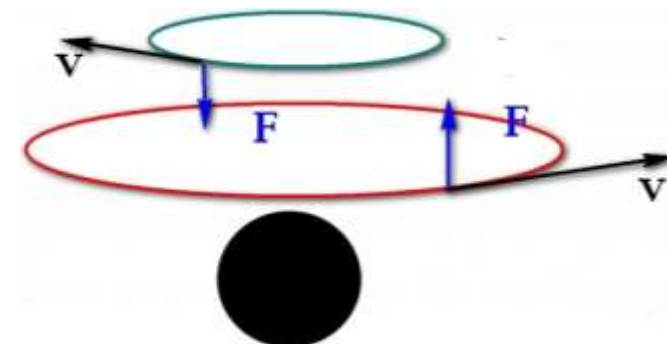
В.О. Пелих, Р.М. Пляцко, Ю.В. Тайстра, М.Т.Феник

На основі нових підходів до розв'язування рівнянь Максвелла і Матіссона, які описують поширення полів і рух часток в околах чорних дір Шварцшільля і Керра, вперше в світі виявлено і точно описано ефекти впливу обертання чорної діри Керра на поляризацію і закрученість електромагнітного випромінювання та описано рух швидких спінових частинок навколо чорної діри Шварцшільда.

Передбачені ефекти можуть стати предметом спостережень з метою перевірки загальної теорії відносності та встановлення параметрів чорних дір.



Поверхня постійної фази гармоніки $m = -1$ у просторі Керра як нова геометрична фігура – сфероїдний гелікоїд



Неекваторіальні орбіти частинки зі спіном у полі Шварцшільда-де Сіттера

1. R. Plyatsko, M. Fenyk, Antigravity: Spin-gravity coupling in action // Phys. Rev. D.- 2016.-V. 94.- 044047.
2. R. Plyatsko, M. Fenyk, V. Panat. Highly relativistic spin-gravity-Lambda coupling. Phys. Rev. D, vol. 96, 064038 (2017).
3. Pelykh V. O., Taistra Y. V. Solution with separable variables for null one-way Maxwell field in Kerr space-time // Acta Physica Polonica B .- 2017. - V. 10, No. 2. - P. 387-390.

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ДЕФОРМУВАННЯ КОМПОЗИТНИХ КОНСТРУКЦІЙ РАКЕТНОЇ ТЕХНІКИ

Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С.Підстригача НАН України

Б.Д. Дробенко, М.В. Марчук

Призначення

Експертна оцінка механічного стану конструкції, її міцності та руйнівного навантаження

Рівень готовності розробки

Апробовано при випробуваннях великогабаритних паливних баків і впроваджено у виробничий процес в ДП «КБ «Південне» ім. М.К.Янгеля»

Переваги

1. Зменшення кількості неруйнівних натурних випробувань.
2. Уникнення натурних випробувань із руйнуванням конструкцій.
3. Суттєва економія коштів та інших ресурсів, зокрема, економія 24 млн. грн. завдяки визначенню фактичних руйнівних навантажень паливного баку висотою 18 метрів шляхом комп'ютерного моделювання.



347 695 1042 1389 1737 2084 2431 2779 кгс/см²

Установка для натурних випробувань баку

Комп'ютерне моделювання розподілу напружень в баці за руйнівного навантаження

МАТРИЧНА ФУНКЦІЯ БЕЙКЕРА-АХІЄЗЕРА І МАЙЖЕ ПЕРІОДИЧНІ РОЗВ'ЯЗКИ РІВНЯНЬ МАКСВЕЛА-БЛОХА

Математичне відділення Фізико-технічного інституту низьких температур ім. Б.І. Веркіна НАН України
В.П. Котляров

Розв'язано задачу Рімана-Гільберта на комплексній площині з розрізами, яка породжує матричну функцію Бейкера-Ахієзера з такими властивостями:

- має явну форму через інтеграли типу Коші, тета-функції та гіпереліптичні інтеграли;
- є розв'язком лінійних рівнянь Лакса для системи нелінійних рівнянь Максвела-Блоха з довільною функцією неоднорідного уширення;
- генерує квазіперіодичні, скінченно-зонні розв'язки рівнянь Максвела-Блоха.

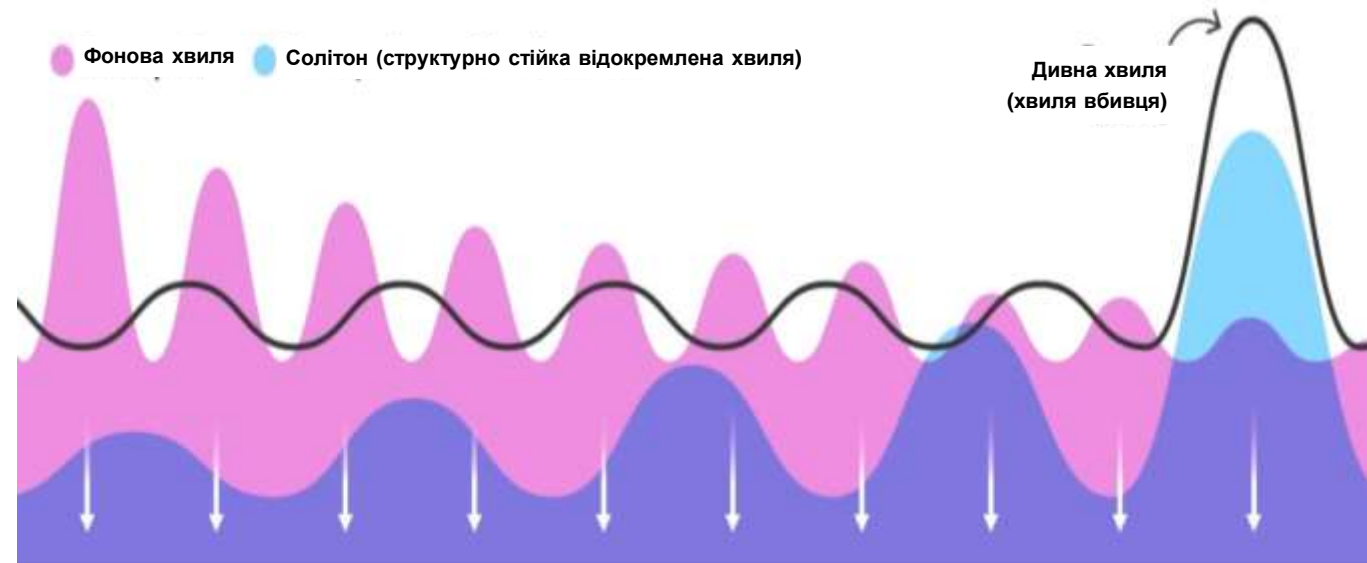
Матрична функція Бейкера-Ахієзера є інструментом для дослідження як асимптотичної поведінки початково-крайових задач, так і всебічного вивчення дивних (rogue) хвиль оптичного діапазону.

1. Sigma. – 2018.

2. Annals of Mathematical Sciences and Applications. – 2017.

$$\mathcal{E}_t + \mathcal{E}_x = \Omega \int_{-\infty}^{\infty} n(\lambda) \rho(t, x, \lambda) \lambda \quad \rho_t + 2\lambda \rho = \mathcal{N} \mathcal{E}, \quad \mathcal{N}_t = -\frac{1}{2}(\mathcal{E}^* \rho + \mathcal{E} \rho^*)$$

Система рівнянь Максвела-Блоха



Дослідження формування дивних хвиль на поверхні води

МІЖНАРОДНЕ СПІВРОБІТНИЦТВО

Австрія

Бразилія

Велика Британія

Ізраїль

Італія

Канада

Китай

Кіпр

Молдова

Німеччина

Норвегія

Об'єднані Арабські Емірати

Польща

США

Франція

Чехія

Швейцарія