



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Ректор Дніпровського національного

університету імені Олеся Гончара

проф. Поляков М.В.

13.06 2019 р.

з протоколу № 6 засідання семінару за спеціальністю «Прикладна  
математика»

механіко-математичного факультету

Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара

від «13» червня 2019 року

**ПРИСУТНІ:** Голова засідання – д.ф.-м.н., проф., зав. каф. ТКМ Лобода В.В., д.ф.-м.н., проф., проф. каф. ТКМ Черняков Ю.А., секретар засідання – к.ф.-м.н., доц., доц. каф. ТКМ Панін К.В., к.ф.-м.н., доц., доц. каф. ТКМ Ходанен Т.В., д.ф.-м.н., проф., проф. каф. ВМ НТУ Дніпровська політехніка Кагадій Т.С., д.ф.-м.н., проф., зав. каф. КТ Гук Н.А., д.ф.-м.н., проф., проф. каф. ОММК Шевельова А.Є., д.ф.-м.н., проф., зав. каф. ВМ ДДАУ Говоруха В.Б., д.т.н., проф., проф. каф. ТКМ Дзюба А.П., д.ф.-м.н., доц., проф. каф. ТКМ Гарт Е.Л., д.т.н., проф., проф. каф. ТКМ Маневич А.І., к.ф.-м.н., доц., доц. каф. ОММК Годес Ю.Я., к.ф.-м.н., проф., декан ММФ Хамініч О.В., к.ф.-м.н., доц., доц. каф. ТКМ Чернецький С.О., к.ф.-м.н., доц. каф. ТКМ Комаров О.С., к.ф.-м.н., доц. каф. ТКМ Гергель І.Ю.

Серед присутніх – 7 докторів фізико-математичних наук.

## ПОРЯДОК

**ДЕННИЙ:** апробація дисертаційної роботи аспіранта кафедри теоретичної та обчислювальної механіки Петрова Олександра Дмитровича «Моделювання термомеханічної поведінки матеріалів з пам'яттю форми», поданою на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 113 Прикладна математика

### Науковий керівник:

Черняков Юрій Абрамович – д.ф.-м.н., проф., проф. кафедри теоретичної та обчислювальної механіки

### Рецензенти:

Гук Наталія Анатоліївна – д.ф.-м.н., проф., зав. кафедри комп'ютерних технологій

Шевельова Алла Євгенівна – д.ф.-м.н., проф., проф. кафедри обчислювальної математики та математичної кібернетики

Дисертація виконувалась на кафедрі теоретичної та обчислювальної механіки механіко-математичного факультету Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара. Тема дисертації затверджена на засіданні Вченої ради Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара (протокол № 6 від 24 листопада 2016 року).

**Петров О.Д.** у своїй доповіді представив основні положення дисертаційної роботи. Дисертаційна робота пов'язана розробкою феноменологічної моделі поведінки деяких матеріалів в точці, узагальненням фізичних співвідношень для зразка та розв'язанням нового класу задач термомеханіки.

Тематика безумовно є актуальною, вона пов'язана з тим, що сучасні деталі і елементи радіоелектронних конструкцій і пристроїв виготовляються з матеріалів, які мають властивість пам'яті форми і ведуть себе псевдо-пружно-пластично. Для моделювання поведінки таких елементів конструкцій потрібно визначати нестационарний термомеханічний стан не тільки на псевдо-пружній стадії деформування, а й за межею пружності.

#### **Запитання по доповіді та відповіді на них:**

**Д.ф.-м.н., проф. Лобода В.В.** В чому полягає якісна новизна запропонованої моделі та методу розв'язання задач?

**Петров О.Д.:** Якісна новизна запропонованої в дисертації моделі полягає в тому що в ній задається поведінка матеріалу в точці та на її підставі розраховується поведінка зразка в цілому. Це призводить до того, що при розв'язання задач, в тілі вводиться зона фазових перетворень. На границі цієї зони маємо стрибок деформацій який дорівнює деформації фазового перетворення.

**Д.т.н., проф. Маневич А.І.** Поясніть в чому полягає особливість Вашої моделі матеріалу з пам'яттю форми?

**Петров О.Д.:** В роботі запропоновано модель поведінки матеріалу яка враховує стрибок деформації при фазовому перетворенні. Напруження при якому має місце цей стрибок залежить від температури. За допомогою такого припущення модель дозволяє описувати термо-псевдо-пружну поведінку матеріалу та ефект пам'яті форми.

**Д.т.н., проф. Маневич А.І.** Де саме задіяна температура в моделі?

**Петров О.Д.:** Температура в моделі проявляється через миттєву термомеханічну поверхню та через координати характерних експериментальних точок діаграм матеріалу. Вона проявляється і в самих співвідношеннях за рахунок залежності напружень фазового перетворення від температури. В уточненій моделі враховується і тепло, яке виділяється при фазових перетвореннях. Воно моделюється як джерело тепла в рівнянні теплопровідності, що зміщується разом з границею фазового перетворення.

**К.ф.-м.н., доц. Чернецький С.О.** Що таке псевдо-пружність матеріалу?

**Петров О.Д.:** Ефект псевдо-пружності полягає в здатності матеріалу при активному навантаженні за межею фазового перетворення (після стрибка деформації) продовжувати вести себе пружно. Аналогічна ситуація має місце і при знятті напружень.

**Д.т.н., проф. Маневич А.І.** В чому полягає відмінність петлі для псевдо-пружного матеріалу від петлі ефекту Баушингера?

**Петров О.Д.:** Петля на діаграмі для псевдо-пружного матеріалу здійснюється без наявності пластичних деформацій, а ефект Баушингера відображає петлю за наявності повторних пластичних деформацій в конструкційних матеріалах

Ефект Баушингера відображає петлю за наявності пластичної деформації і призводить до залишкових напружень при знятті деформацій. Петля яка виникає в псевдо-пружному матеріалі в процесі навантаження-розвантаження призводить до початкового пружного стану без будь яких залишкових напружень і деформацій.

**Д.ф.-м.н., проф. Гук Н.А.** Як попадають координати точок з таблиці експериментів в саму модель?

**Петров О.Д.:** Це здійснюється через миттєву термомеханічну поверхню. На підставі наведених в таблиці даних будується поверхня яка визначає залежність універсальних функцій матеріалу від температури. Таким чином координати точок з експериментів попадають у саму феноменологічну модель.

**Д.ф.-м.н., проф. Лобода В.В.** Як можна оцінити точність запропонованого Вами методу?

**Петров О.Д.:** В дисертації для оцінки точності методу розв'язання нестационарних задач є відповідний параграф. Згідно з наведеними оцінками гарантовано отримується третій порядок апроксимації по координатах (при застосуванні напружених сплайнів). В разі застосування ітераційної процедури методу по компонентного розщеплення підвищеної точності досягається четвертий порядок апроксимації за часом.

**К.ф.-м.н., доц. Чернецький С.О.** Поясніть результати наведені на слайді 47 в задачі для трубки

**Петров О.Д.:** В задачі п. 4.3. для трубки яка розтягується з'являються гвинтові лінії, вздовж яких здійснюються фазові перетворення. Така гвинтова лінія буде розвиватися до тих пір поки не досягне краю трубки.

**Д.т.н., проф. Маневич А.І.** Покажіть задачу де можна побачити ефект пам'яті форми

**Петров О.Д.:** Це задача з параграфу 4.1. В таблиці локальних діаграм матеріалу та на їх графіках видно, що при температурах від нуля до тридцяти градусів Цельсія після розвантаження (зняття напруження) є залишкові деформації, а поведінка матеріалу нагадує поведінку звичайного конструкційного матеріалу. Цей же матеріал при температурах від сорока до семи десяти градусів Цельсія при знятті напруження веде себе псевдо-пружно без залишкових деформацій. Таким чином, для демонстрації ефекту пам'яті форми розглянута задача в якій спочатку задається залишкова деформація в процесі навантаження-розвантаження зразка при температурі нижче температури фазового перетворення і в подальшому при підвищенні температури ця залишкова деформація зникає.

**ВИСТУПИЛИ:** голова засідання, *д.ф.-м.н., проф. Лобода В.В.*, який запропонував рекомендувати кандидатури до складу спеціалізованої вченої ради:

Голова спеціалізованої вченої ради – професор кафедри теоретичної та комп'ютерної механіки Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара, *д.ф.-м.н., проф. Гарт Етері Лаврентіївна*. А також зазначив, що *д.ф.-м.н., проф. Гарт Е.Л.* відповідає вимогам передбаченим пунктом 1 та абзацу десятого пункту 6 «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії» (Постанова Кабінету Міністрів України від 6.03.2019 р. № 167).

Опонент – старший науковий співробітник Інституту механіки НАН України, *д.ф.-м.н., с.н.с. Сенченков Ігор Костянтинович*. А також зазначив, що *д.ф.-м.н., с.н.с. Сенченков І.К.* відповідає вимогам передбаченим пунктом 1 та абзацу десятого пункту 6 «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії» (Постанова Кабінету Міністрів України від 6.03.2019 р. № 167).

Опонент – професор кафедри вищої математики НТУ Дніпровська політехніка, *д.ф.-м.н., проф. Кагадій Тетяна Станіславівна*. А також зазначив, що *д.ф.-м.н., проф. Кагадій Т.С.* відповідає вимогам передбаченим пунктом 1 та абзацу десятого пункту 6 «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії» (Постанова Кабінету Міністрів України від 6.03.2019 р. № 167).

Результати відкритого голосування:

«За» – 16 особа.

«Проти» – немає.

«Утримались» – немає.

**УХВАЛИЛИ:** рекомендувати вченій раді Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара звернутися з клопотанням до Міністерства освіти і науки України, щодо створення спеціалізованої вченої ради з правом прийняття до розгляду та проведення разового захисту дисертації аспіранта третього року денної форми навчання Петрова Олександра Дмитровича «Моделювання термомеханічної поведінки матеріалів з пам'яттю форми».

Призначити:

- головою спеціалізованої вченої ради: д.ф.-м.н., доц., проф. каф. теоретичної та комп'ютерної механіки Гарт Етері Лаврентіївну;
- опонентом: д.ф.-м.н., с.н.с. Сенченкова Ігоря Костянтиновича;
- опонентом: д.ф.-м.н., проф. Кагадій Тетяну Станіславівну.

#### **ВИСТУПИЛИ:**

**Науковий керівник, д.ф.-м.н., проф. Черняков Ю.А.** дав позитивну характеристику підготовленої Петровим О.Д. дисертаційної роботи. Він зазначив, що дисертація є самостійною завершеною науковою працею, а її результати є значним внеском у розвиток відповідних напрямків досліджень. Також науковий керівник підкреслив оригінальність ідей, які було втілено у роботі. Більше того, одержані результати вказують на перспективність подальших досліджень у межах даної тематики. Підкресливши відповідність всіх матеріалів необхідним вимогам, Черняков Ю.А. запропонував рекомендувати до захисту дисертацію Петрова О.Д. «Моделювання термомеханічної поведінки матеріалів з пам'яттю форми» на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 113 Прикладна математика.

**Рецензент, д.ф.-м.н., проф. Гук Н.А.** звернула увагу на високий рівень аргументації та мотивації представлених наукових досліджень. Також рецензент звернув увагу на велику кількість опрацьованої наукової літератури з вказаної тематики. Рецензент акцентував увагу на важливості та масштабності одержаних Петровим О.Д. результатів, а також їх впливу на подальший розвиток подібних досліджень. Давши позитивну оцінку дисертаційним дослідженням, Гук Н.А. рекомендувала до захисту дисертацію Петрова О.Д. «Моделювання термомеханічної поведінки матеріалів з пам'яттю форми» на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 113 Прикладна математика.

**Рецензент, к.ф.-м.н., доц. Шевельова А.Є.** високо оцінила дисертаційні результати. Зауваживши, що коло її наукових інтересів пов'язане зі створення нового підходу при моделюванні поведінки матеріалів з пам'яттю форми. Рецензент відзначив, що результати, одержані Петровим О.Д., є значним внеском у розвиток такого напрямку досліджень. Оцінивши в цілому дисертацію позитивно, Шевельова А.Є. рекомендувала до захисту дисертацію Петрова О.Д. «Моделювання термомеханічної поведінки матеріалів з пам'яттю форми» на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 113 Прикладна математика.

**В ОБГОВОРЕННІ** дисертаційної роботи взяли участь:

**К.ф.-м.н., доц. Панін К.В.** відзначив високий рівень журналів, у яких опубліковано дисертаційні дослідження аспіранта Петрова О.Д.

**Д.ф.-м.н., проф. Лобода В.В.** дав позитивну оцінку дисертаційної роботи та цілеспрямованість, з якою працював аспірант Петров О.Д.

**УХВАЛИЛИ:** Прийняти наступний висновок, щодо дисертаційної роботи «Моделювання термомеханічної поведінки матеріалів з пам'яттю форми» аспіранта кафедри теоретичної та обчислювальної механіки Петрова О.Д.

## **ВИСНОВОК**

### **1. Актуальність теми та її зв'язок з планами наукових робіт установи.**

Сучасні деталі і елементи радіоелектронних конструкцій і пристроїв виготовляються з матеріалів, які мають властивість пам'яті форми і ведуть себе псевдо-пружно-пластично. В процесі виготовлення та експлуатації вони можуть перебувають під впливом складного нестационарного силового і температурного навантаження. До складних процесів деформування може призводити і їх нерівномірний нагрів у поєднанні з силовими чинниками. Для моделювання поведінки таких елементів конструкцій потрібно визначати нестационарний термомеханічний стан не тільки на псевдо-пружній стадії деформування, а й за межею пружності. Існуючі чисельні методи вирішення таких нестационарних задач призводять, як правило, до великих обчислювальних труднощів, які пов'язані з розв'язанням великих систем алгебраїчних рівнянь, і не завжди бувають ефективні. Тому розробка методів розв'язання нестационарних задач термомеханіки для просторових конструкцій з пам'яттю форми та псевдо-пружно-пластичністю є актуальним завданням.

Дисертаційну роботу було виконано у межах індивідуального плану роботи аспіранта та в рамках досліджень, які здійснені у Дніпровському національному університеті імені Олеся Гончара та за темами держбюджетних робіт № 1-301-15 «Розробка методик розв'язку фундаментальних задач міцності та руйнування кусково-однорідних тіл, скомпонованих з інтелектуальних матеріалів» (№ ДР 015U002393) та Дніпродзержинському державному технічному університеті по держбюджетній науково-дослідницькій темі «Методи дослідження міцності елементів конструкцій із функціонально-неоднорідних матеріалів, чутливих до виду термонапруженого стану» (номер державної реєстрації № 0113U000379, 2013-2015 рр.)

**2. Особиста участь автора в отриманні конкретних наукових результатів, викладених в дисертації.** Дисертація є самостійною науковою роботою, в якій висвітлені власні ідеї і розробки автора, що дозволили вирішити поставлені задачі. Основні результати дисертаційної роботи отримані автором самостійно. У спільних статтях, де співавторами виступає Ю.А. Черняков було сформульовано постановки задач та проаналізовано вибір методів їх дослідження, а також обговорено отримані результати.

### **3. Ступінь обґрунтованості і достовірності наукових положень і**

**рекомендацій.** Обґрунтованість та достовірність наукових результатів та висновків, одержаних у дисертаційній роботі Петрова О.Д., забезпечується коректністю та строгістю математичних постановок задач у рамках механіки деформівного твердого тіла; застосуванням обґрунтованих числових методів розв'язання поставлених задач; узгодженістю та збігом деяких одержаних розв'язків з відомими в літературі результатами, отриманими за допомогою інших методів; відповідністю результатів і висновків до фізичної суті задач.

**4. Наукова новизна одержаних результатів.** У дисертації автором вперше отримані наступні теоретичні результати:

- запропоновано феноменологічну модель для опису властивостей матеріалів з пам'яттю форми, псевдо-пружністю та псевдо-пружно-пластичністю, в якій враховується тепло, що виділяється в процесі фазових переходів в матеріальних точках тіла;
- узагальнено співвідношення теорії пластичності теорії течії з кінематичним і трансляційним зміцненням на випадок деформування псевдо-пружно-пластичного матеріалу;
- на основі двовимірних сплайн-функцій розроблено ефективний метод розв'язання нестационарних просторових задач теорії пластичності у випадку деформування псевдо-пружно-пластичного матеріалу;
- поставлено і розв'язано новий клас задач про нестационарне деформування просторових тіл зі сплавів, що мають властивості пам'яті форми, псевдо-пружності, псевдо-пружно-пластичності;
- виявлено нові механічні ефекти пов'язані з урахуванням локального тепловиділення в процесі фазових перетворень в тілах з псевдо-пружно-пластичних матеріалів, та їх форми і розмірів.

**5. Наукове та практичне значення роботи.** Практичне значення отриманих результатів полягає в розробці феноменологічної моделі поведінки матеріалу з пам'яттю форми, псевдо-пружністю та псевдо-пружно-пластичністю, розробці відповідного варіанту теорії псевдо-пружно-пластичності, розробці ефективного числового методу та розв'язанні за його допомогою нового класу задач. Результати роботи можуть бути використані для опису поведінки ряду матеріалів в радіоелектроніці, машинобудуванні, металургії і т.д.

Результати роботи використовуються в навчальному процесі Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара при викладанні навчальної дисципліни «Теорія пластичності» і «Нелінійна механіка руйнування», Дніпровського державного технічного університету при викладанні навчальної дисципліни «Математичне моделювання технологічних процесів» та у Національному авіаційному університеті.

**6. Використання результатів роботи.** Результати дисертації можуть віднайти своє застосування у теоретичних дослідженнях із вказаної тематики, що здійснюються науковцями як України, так і інших країн.

**7. Повнота викладення матеріалів дисертації в роботах, опублікованих автором.** Основні результати дисертації опубліковані в 25 наукових працях, з них одна стаття в наукових фахових виданнях України, які включені до наукометричної бази даних Scopus, одна робота у наукових виданнях інших держав, одна монографія та п'ять статей в наукових фахових виданнях України, і чотирнадцять тез доповідей у матеріалах міжнародних та всеукраїнських конференцій.

*Статті у наукових фахових виданнях України,  
які входять до міжнародних наукометричних баз даних:*

1. Petrov A. Development of the method with enhanced accuracy for solving problems from the theory of thermo-pseudoelastic-plasticity / A.Petrov, Yu.Chernyakov, P.Steblyanko, K.Demichev, V.Haydurov // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2018. Vol. 4/7 (94). P. 25–33. **(Scopus)**

*Статті у наукових виданнях інших держав:*

2. Domichev K. Iterative methods improved accuracy for solving nonstationary problem thermomechanics / K.Domichev, P.Steblyanko, A.Petrov // Collective monograph on Theoretical and experimental aspects of revealing and solving the current issues of fundamental sciences, International Academy of Science and Higher Education, London, United Kingdom, 2017. – P. 27-29.

*Монографія:*

3. Демічев К.Е. Математичне моделювання термомеханічних процесів в пружно-пластичних циліндричних тілах / К.Е.Демічев, П.О.Стеблянко, Ю.А.Черняков, О.Д.Петров - К.: Вид-во Київського міжнародного університету (ISBN 978-917-651-178-6), 2017. – 169 с.

*Статті у наукових фахових виданнях України:*

4. Petrov A. Behavior of material with a memory of form and pseudoelasticity under nonstationary loading of the body / A.Petrov // Вісник Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького. Фізико-математичні науки. - 2017. - №1. - С. 37-42.

5. Шевченко Ю.Н. Численные методы в нестационарных задачах теории термопластичности / Ю.Н. Шевченко, П.О. Стеблянко, А. Петров // Проблеми обчислювальної механіки і міцності конструкцій. Збірник наукових праць.- Випуск 22.- Дніпропетровськ, 2014.- С. 250-264.

6. Черняков Ю.А. Модель поведения псевдоупругого материала при нестационарном нагружения / Ю.А.Черняков, П.А.Стеблянко, А.Д.Петров //



Вісник Запорізького національного університету. Фізико-математичні науки. № 2. 2017. – С. 297-303.

7. Петров А. Феноменологическая модель поведения псевдо-упруго-пластического материала при нестационарном нагружении / А. Петров // Проблемы обчислювальної механіки і міцності конструкцій. Збірник наукових праць.- Випуск 28.- Дніпро, 2018.- С. 133-141.

8. Петров О.Д. Комп'ютерне моделювання поведінки стрижня з трилінійного двофазного матеріалу при розтягуванні / О.Д. Петров // Інформаційні технології та комп'ютерне моделювання - 2018. - Івано-Франківськ.- 2018.- С. 234-237.

*Статті у наукових фахових виданнях України, що додатково відображають результати дисертації:*

9. Петров А. Расчет полей пластических деформаций при термосиловом нагружении / А.Петров // Збірник наукових праць Дніпродзержинського державного технічного університету. Випуск 1(24).– Дніпродзержинськ, 2014. – С. 211-216.

10. Петров А. Термо-напружено-деформований стан стрижня з неоднорідного матеріалу при наявності фазових перетворень / А.Петров, Ю.Черняков // Збірник наукових праць Дніпродзержинського державного технічного університету. Випуск 1(26), додаток, розділ Математичні проблеми технічної механіки . –Дніпродзержинськ, 2015. – С. 26-36.

11. Петров А.Д., Экспериментальное обоснование варианта модели поведение материала с памятью формы и псевдоупругостью / А.Д.Петров, К.Э. Демичев, П.А.Стебляноко, Ю.А.Черняков // Моделювання та інформаційні технології : зб.наук. пр. Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України, №80. –2017. – С. 81-87.

*Тези наукових доповідей:*

12. Петров О.Д. Феноменологічна модель термо-пружно-пластичної поведінки матеріалу з пам'яттю форми / О.Д.Петров, Ю.А.Черняков, П.О.Стебляноко // Сучасні проблеми механіки та математики: зб. наукових праць / за заг.ред. А.М. Самойленка та Р.М. Кушніра // Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С. Підстригача НАН України, вересень 22–25 2018. – Т.1. – Ресурсу: [www.iapmm.lviv.ua/mpmm2018](http://www.iapmm.lviv.ua/mpmm2018) .- С. 188-189 .

13. Shevchenko Yu. Methods of calculation in non-stationary problems of theory thermal-plasticity / Yu.Shevchenko, P.Steblyanko, A.Petrov // Applied problems of the fluid mechanics and heat and mass transfer, November 6-8 2014, Dnipropetrovsk. - 2014.- P. 9-11.

14. Петров А. Связанная нестационарная задача термопластичности для срединного слоя / А. Петров, Ю.Черняков, П. Стебляноко // VII International Conference «Modern achievements of science and education», August 25 – September 01 2012 p., Opatija (Croatia) P. 20-22.

15. Петров А. Методи розв'язання нестационарних задач для складових пластин / А.Петров, Ю.Черняков, П.Стеблянко // IX МНК Математичні проблеми механіки неоднорідних структур Інститут проблем механіки і математики ім. Я.С.Підстригача НАН України, вересень 15–19 2014.– Львів, 2014. – С.135-137.
16. Петров А. Определения перемещений точек тела в некоторых задачах механики путем непосредственного интегрирования / А.Петров, П.Стеблянко // МНК Математичні проблеми технічної механіки, квітень 13–15 2011. Том 2. – Дніпропетровськ –Дніпродзержинськ. – 2011. – С. 40-42.
17. Петров А. Связанная задача термо-упруго-пластичности с фазовым переходом/ А.Петров, Ю.Черняков, П.Стеблянко // МНК Математичні проблеми технічної механіки, квітень 16–19 2012. Том 1. –Дніпропетровськ – Дніпродзержинськ. – 2012. – С. 52-54.
18. Петров А. Связанная контактная задача термо-упруго-пластичности / А.Петров, Ю.Черняков, П.Стеблянко // МНК Математичні проблеми технічної механіки, квітень 15–18 2013. Том 2. – Дніпродзержинськ – 2013. – С. 14-18.
19. Петров А. Расчет полей пластических деформаций при термосиловом нагружении / А.Петров // МНК Математичні проблеми технічної механіки, квітень 14–17 2014. Том 2. – Дніпропетровськ – Дніпродзержинськ. – 2014.–С. 39-42.
20. Стеблянко П. Описание термомеханической поверхности материала при помощи двумерного сплайна / П.Стеблянко, А.Галишин, А.Петров // МНК Математичні проблеми технічної механіки, квітень 14–17 2015. – Дніпродзержинськ. – 2015. – С. 126.
21. Петров А. Моделирование псевдоупругого поведения сплавов с памятью формы/ А.Д.Петров, Ю.А.Черняков // МНК Математичні проблеми технічної механіки, квітень 18–21 2016. – Дніпродзержинськ, Дніпропетровськ, Київ. – 2016. – С. 121.
22. Черняков Ю.А. Модель поведінки матеріалу з пам'яттю форми і псевдо пружністю/ Ю.А.Черняков, О.Д.Петров, П.О.Стеблянко // МНК Математичні проблеми технічної механіки, квітень 18–20 2017.– Дніпропетровськ – Дніпродзержинськ. – 2017. – С. 14-15.
23. Демічев К.Е. Аналіз інструментальних засобів комп'ютерного моделювання поведінки пружно-пластичних тіл / К.Е.Демічев, П.О.Стеблянко, Ю.А.Черняков, О.Д.Петров // МНК Математичні проблеми технічної механіки, квітень 18–19 2017. Том 2. – Дніпро, Кам'янське. – 2017. – С. 9-12.
24. Стеблянко П.О. Числові методи в просторових стаціонарних і нестационарних задачах теорії термопружнопластичності / П.О.Стеблянко, Ю.А.Черняков, О.Д.Петров // МНК Математичні проблеми технічної механіки, квітень 16–19 2018. – Київ, Черкаси, Кам'янське. – 2018. – С. 14-15.
25. Петров О.Д. Модель термо-пружно-пластичної поведінки матеріалів з зубом плинності / О.Д.Петров, Ю.А.Черняков, П.О.Стеблянко // МНК Математичні проблеми технічної механіки та прикладної математики, квітень 15–18 2019. – Дніпро, Кам'янське. – 2019. – С. 6-7.

**8. Відповідність змісту дисертації спеціальності, за якою вона подається до захисту.** За змістом дисертаційна роботи Петрова О.Д. «Моделювання термомеханічної поведінки матеріалів з пам'яттю форми», повністю відповідає спеціальності 113 Прикладна математика.

**9. Оцінка мови та стилю дисертації.** Дисертація написана грамотною українською мовою, стиль викладення матеріалу відповідає прийнятому в науковій літературі.

**10. Рекомендація дисертації до захисту.** Робота Петрова О.Д. «Моделювання термомеханічної поведінки матеріалів з пам'яттю форми» відповідає вимогам передбаченим пунктом 10 «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії» (Постанова Кабінету Міністрів України від 6.03.2019 р. № 167) та може бути представлена у спеціалізованій вченій раді для присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 113 Прикладна математика.

Результати відкритого голосування:

«За» – 16 особа.

«Проти» – немає.

«Утримались» – немає.

Декан механіко-математичного  
факультету, професор



О.В. Хамініч

Головуючий на засіданні,  
д.ф.-м.н., професор



В.В. Лобода

Секретар, доцент



К.В. Панін