

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

в.о. директора Інституту механіки

ім. С.П. Тимошенка НАН України

академік НАН України

Володимир НАЗАРЕНКО



« 4 » березня 2026 р.

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів докторської дисертації Кіпніса Олександра Леонідовича на тему «Стійкість матеріалів з покриттям при стиску вздовж межі поділу за різних умов міжфазного контакту», поданої на здобуття наукового ступеня доктора фізико-математичних наук за спеціальністю 01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла.

Тему дисертаційної роботи «Стійкість матеріалів з покриттям при стиску вздовж межі поділу за різних умов міжфазного контакту» затверджено на засіданні Вченої ради Інституту механіки ім. С.П. Тимошенка НАН України (протокол № 12 від 16.09.2025 року).

Науковим консультантом затверджено академіка НАН України, д.ф.-м.н., Богданова Вячеслава Леонідовича.

Структурний підрозділ для проведення попередньої експертизи дисертації та рецензентів затверджено на засіданнях Вченої ради Інституту механіки ім. С.П. Тимошенка НАН України (протокол № 17 від 25.12.2025 року та протокол № 1 від 29.01.2026 року, відповідно).

Заслухавши та обговоривши доповідь Кіпніса О.Л. на фаховому семінарі відділу механіки руйнування матеріалів Інституту механіки ім. С.П. Тимошенка НАН України (протокол № 1 від 24.02.2026 року), розглянувши публікації, в яких висвітлені основні наукові результати його докторської дисертації, а також за результатами попередньої експертизи представленої дисертації ухвалили прийняти такий висновок:

1. Актуальність теми дослідження полягає в широкому застосуванні у технологічних галузях промисловості елементів конструкцій з плівкою покриття, які знаходяться в умовах стиску. Втрата стійкості тонкої плівки, що вкриває значно товщу підкладку (бішарова система), може свідчити про початок руйнування такого елемента конструкції. Це є характерним для захисних покриттів теплоізоляційного, антикорозійного чи зносостійкого призначення. Відомо, що при цьому міцність на стиск шаруватих композитних матеріалів, до яких відносяться і бішарові системи, може бути на десятки відсотків нижчою за міцність на розтяг. Водночас, втрата стійкості може використовуватися для покращення функціональних властивостей елемента конструкції,

що широко застосовується у виробництві гнучкої електроніки, сонячних елементів, а також у біомедичних технологіях.

У процесі експлуатації на певних ділянках межі поділу середовищ внаслідок накопичення мікрodefektів можливою є втрата суцільності з утворенням defektів, таких як тріщини (розшарування) або зони проковзування. Послаблення адгезії між підкладкою та плівкою з метою збереження здатності останньої до деформування може бути також інженерним рішенням при виробництві такого структурно-неоднорідного елемента конструкції.

На теперішній час для визначення критичних параметрів втрати стійкості бішарових систем при стиску для валідації результатів, одержаних із використанням числових методів, зазвичай застосовують наближені балкові моделі для лінійно-пружних тіл. Проте для систем із гіперпружних матеріалів, які допускають великі деформації, вказані моделі втрачають надійність, а скінченно-елементний аналіз проведено лише для найпростішої конститутивної моделі бішарів із неогуківських матеріалів. До того ж інші типи міжфазного контакту між плівкою і підкладкою, окрім жорсткого з'єднання вздовж усього інтерфейсу або наявності на ньому defektу з не контактуючими берегами (розшарування) у літературі майже не розглядалися.

Викладене вище свідчить про те, що визначення критичних параметрів втрати стійкості бішарових систем при стиску вздовж межі поділу середовищ як у разі наявності, так і за відсутності defektів, є актуальною проблемою механіки деформівного твердого тіла.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Тема дисертації безпосередньо пов'язана з дослідженнями, що проводились у відділі обчислювальної механіки та техніки Інституту механіки ім. С.П. Тимошенка НАН України. Дисертаційне дослідження проводились при виконанні таких науково-дослідних робіт: «Дослідження стійкості армованих композитних матеріалів та оболонкових елементів конструкцій з них з різними типами геометричних та структурних недосконалостей» (№ ДР 0120U101775, 2020–2021 рр.), «Дослідження поведінки композитних матеріалів різної структури (армованих короткими волокнами та шаруватих) та оболонкових конструкцій з них в умовах дії стискаючих навантажень» (№ ДР 0119U103519, 2020–2024 рр.), «Чисельно-аналітичне моделювання процесів деформування, стійкості та руйнування структурно-неоднорідних матеріалів (в тому числі з defekтами) при різних умовах навантаження» (№ ДР 0124U005008, 2025–2029 рр.), «Прогнозування макрохарактеристик композитних матеріалів регулярної та нерегулярної структури з урахуванням довготривалого деформування для розрахунку елементів конструкцій ракетної техніки» (№ ДР 0125U000923, 2025–2026 рр). Також результати дисертації увійшли до проміжного звіту з науково-дослідної роботи молодих вчених НАН України «Дослідження критичного стану тріщин та траєкторій їх поширення, а також розповсюдження хвиль в рамках нелінійних підходів сучасної комп'ютерної та аналітичної механіки» (№ ДР 0125U001293) в рамках гранту НАН України для молодіжних лабораторій/груп молодих вчених в 2025–2026 рр.

3. Наукова новизна отриманих результатів полягає у наступних положеннях, що виносяться на захист:

- Вперше в межах тривимірної лінеаризованої теорії стійкості розроблено напіваналітичний підхід до дослідження втрати стійкості напівобмежених гіперпружних бішарів при стиску за різних умов контакту між їхніми компонентами. Запропонований

метод дозволяє враховувати довільну структуру пружних потенціалів як для стисливих, так і для нестисливих матеріалів.

- Для бішарових систем *без дефектів* вперше отримано трансцендентні рівняння для знаходження критичних параметрів навантаження за умов жорсткого з'єднання або гладкого проковзування компонентів. На цій основі оцінено точність класичних наближених формул для визначення критичних деформацій зморщування та обґрунтовано межі застосовності моделей із напівобмеженою підкладкою.

- Для тіл *із дефектами* відповідні граничні задачі зведено до задач на власні значення для систем інтегральних рівнянь Фредгольма першого роду. При цьому розглядалися три випадки міжфазного контакту: тріщина на межі поділу жорстко з'єднаних компонентів, тріщина на межі поділу компонентів із проковзуванням без тертя, а також міжфазна зона гладкого проковзування, поза якою компоненти тіла жорстко з'єднані.

- На основі порівняння з балковими підходами для тріщин проміжної довжини вперше теоретично показано, що через взаємодію механізмів зморщування (*wrinkling*) та випучування (*buckling*) критичні значення відносних укорочень у бішарі є істотно нижчими, ніж передбачається спрощеними наближеними теоріями.

- Вперше розв'язано задачу про внутрішню тріщину, розташовану в підкладці паралельно до межі поділу середовищ, що дозволило проаналізувати межі застосовності континуальних наближень для структурно-неоднорідних тіл.

- Здійснено комплексний аналіз впливу типів дефектів, умов контакту на інтерфейсі та вибору конститутивних моделей на критичні параметри навантаження.

- Надано інженерні оцінки щодо доцільності врахування міжфазних дефектів залежно від їхньої відносної довжини при визначенні параметрів міцності на стиск елементів конструкцій із покриттям на ранніх стадіях руйнування.

4. Ступінь обґрунтованості наукових положень та висновків забезпечується коректністю та строгістю математичних постановок задач та використанням апробованих методів їх розв'язання; збіжністю числових алгоритмів, використаних при розв'язанні трансцендентних рівнянь і задач на власні значення; узгодженістю отриманих результатів з відомими даними, що одержані в роботах інших дослідників в частинних випадках задач, що розглядаються; фізичною інтерпретацією результатів, яка узгоджується з відомими механізмами втрати стійкості в бішарах; апробацією основних результатів у рецензованих фахових виданнях.

5. Теоретичне та практичне значення результатів роботи, впровадження. Практична цінність проведеного дослідження зумовлена можливістю безпосереднього впровадження отриманих результатів при проектуванні та оцінюванні тривалої міцності гнучких елементів сучасної мікроелектроніки, сонячних панелей, біомедичних пристроїв і систем м'якої робототехніки. Розроблені моделі дозволяють не лише прогнозувати несучу здатність конструкцій, а й моделювати процеси контрольованого зморщування для створення поверхонь із заданими властивостями.

Запропонований підхід створює надійний теоретичний фундамент для постановки нових експериментальних досліджень стійкості тонкоплівкових систем із різними типами структурних недосконалостей. Зокрема, виявлені закономірності дозволяють розв'язувати обернені задачі механіки для ідентифікації механічних сталих конкретних матеріалів на

основі зафіксованих у експериментах критичних навантажень.

Важливим прикладним внеском є сформульовані інженерні критерії, що дозволяють визначити доцільність врахування міжфазних дефектів або зон послабленої адгезії при оцінюванні міцності елементів на початкових етапах руйнування. Крім того, розроблений напіваналітичний метод може ефективно використовуватися як незалежний інструмент для верифікації та валідації результатів, отриманих за допомогою скінченно-елементного аналізу або інших складних чисельних процедур.

Одержані в роботі результати, крім того, є особливо цінними в контексті фундаментальних досліджень у галузі лінеаризованої механіки руйнування та сприяють їй подальшому розвитку.

6. Апробація результатів дисертації. Результати досліджень, що включені в дисертацію, були представлені в наступних анотаціях доповідей на міжнародних наукових конференціях: International Conference on Theoretical, Applied and Experimental Mechanics ІСТАЕМ-2 (Ханья, Греція, 2019 р.); Міжнародній науковій конференції «Математичні проблеми технічної механіки – 2019» (Дніпро, 2019 р.); II Міжнародній науково-технічній конференції «Актуальні проблеми механіки суцільного середовища і міцності конструкцій», пам'яті акад. В.І. Моссаковського (Дніпро, 2019 р.); XIX International Conference “Dynamic System Modeling and Stability Investigation” (DSMSI) (Київ, 2019 р.); Міжнародній науковій конференції «Математичні проблеми технічної механіки – 2024» (Дніпро, 2024 р.); I Міжнародній науково-технічній конференції «Прикладна механіка» (Тернопіль, 2024 р.); X Міжнародній науково-технічній конференції «Актуальні проблеми інженерної механіки» (Одеса, 2024 р.); 11-тій Міжнародній науковій конференції «Математичні проблеми механіки неоднорідних структур» (Львів, 2024 р.); Міжнародній науковій конференції «Механіка: сучасність і перспективи – 2024» (Київ, 2024 р.); Міжнародній науково-технічній конференції «Сучасні проблеми механіки у конструкціях спеціального призначення» (Київ, 2025 р.).

Основні положення дисертаційної роботи доповідались і обговорювались на об'єднаному науковому семінарі 3-х відділів Інституту механіки ім. С.П. Тимошенка НАН України (керівник – акад. НАН України Богданов В.Л.) та в повному обсязі – на науковому семінарі секції «Механіка композитних та неоднорідних середовищ» Інституту механіки ім. С. П. Тимошенка (керівник — чл.-кор. НАН України Руцицький Я.Я.) та загальноінститутському семінарі Інституту механіки ім. С. П. Тимошенка НАН України (керівник — акад. НАН України Назаренко В. М.), і одержали позитивні оцінки.

7. Оцінка змісту дисертації. За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Кіпніса Олександра Леонідовича повністю відповідає Паспорту спеціальності 01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла та «Основним науковим напрямом та найважливішим проблемам фундаментальних досліджень у галузі природничих, технічних, суспільних і гуманітарних наук Національної академії наук України на 2024–2028 роки».

Дисертаційне дослідження є завершеною науковою працею, результати якої свідчать про вагомий особистий внесок автора в розвиток фундаментального напрямку механіки деформівного твердого тіла, а саме – тривимірної лінеаризованої теорії стійкості. Робота спрямована на розв'язання пріоритетних завдань науково-технічного

прогресу, що має стратегічне значення для підвищення наукового потенціалу України на міжнародній арені та сприяє забезпеченню сталого інноваційного розвитку держави.

Фундаментальні результати та розроблені автором напіваналітичні методи мають широкі перспективи впровадження. Зокрема, вони можуть бути використані в установах, що спеціалізуються на розрахунках елементів конструкцій із покриттями та складними типами міжфазної взаємодії. Отримані дані можуть знайти подальше теоретичне та практичне застосування в академічних інститутах, зокрема в Інституті механіки ім. С.П. Тимошенка НАН України, Інституті прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С. Підстригача НАН України, а також у освітньому процесі Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» та Львівського національного університету імені Івана Франка.

З огляду на прикладну спрямованість, результати роботи є актуальними для провідних підприємств аерокосмічної та приладобудівної галузей, таких як ДП «Антонов», ДП «КБ «Південне» ім. М.К. Янгеля», а також для розробників гнучкої електроніки та новітніх композитних матеріалів у науково-дослідних центрах відповідного профілю.

8. Дотримання принципів академічної доброчесності. За результатами науково-технічної експертизи дисертація Кіпніса О.Л. визнана оригінальною роботою, яка не містить елементів фальсифікації, копії, фабрикації, плагиату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Результати наукових досліджень, за якими захищена кандидатська дисертація Кіпніса О.Л., не виносяться на захист у представленій здобувачем докторській дисертації.

Представлена Кіпнісом О.Л. докторська дисертація виносяться на захист вперше.

9. Перелік публікацій за темою дисертації із зазначенням особистого внеску здобувача.

За темою дисертації опубліковано 26 наукових праць: 11 (публікації [1–9, 15, 18]) у виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus, з яких 4 публікації ([2, 5, 6, 8]) – віднесені відповідно до класифікації SCImago Journal до квартилю Q2, 5 (публікації [1, 3, 4, 7, 9]) – до квартилю Q3; 1 публікація [15] – до квартилю Q4; 2 (публікації [13, 16]) – у періодичних виданнях, включених до категорії «А» переліку наукових фахових видань України; 5 (публікації [10–12, 14, 17]) – у періодичних виданнях, включених до категорії «Б» переліку наукових фахових видань України. Дев'ять наукових праць (публікації [18–26]) – тези доповідей міжнародних наукових конференцій. Праці [5–7, 11–17, 19–22, 24, 25] опубліковані автором самостійно.

Праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

1. Bogdanov, V.L., Kipnis, A.L. Investigation of the fracture of a semibounded body compressed along a near-surface interface crack. J Math Sci 253, 99–107 (2021). (Scopus, Q3)

Здобувач брав участь у постановці задачі та формуванні огляду літератури, представленого в публікації. Кіпніс О.Л. особисто розробив та реалізував математичний апарат для переходу до задачі в термінах аналітичних функцій комплексної змінної.

2. Bogdanov, V.L., Nazarenko, V.M., Kipnis, A.L. Compression of a semi-bounded body with a coating layer along the interface sliding zone. *Z Angew Math Mech* 105, e202400799 (2024). (Scopus, Q2)

Здобувач брав участь у постановці задачі та формулюванні висновків. Кіпніс О.Л. особисто одержав розв'язальні інтегральні рівняння в задачі, самостійно реалізував процедуру їх чисельного дослідження та провів аналіз одержаних результатів.

3. Bogdanov, V.L., Nazarenko, V.M., Kipnis, O.L. Compression of semibounded body with thin coating layer along interface near-surface crack. Part I. *Int Appl Mech* 60, 511–524 (2024). (Scopus, Q3)

Здобувач брав участь у постановці задачі та формулюванні висновків. Кіпніс О.Л. особисто одержав систему розв'язальних інтегральних рівнянь в задачі, самостійно дослідив їхні ядра на неперервність та реалізував процедуру їх чисельного дослідження, а також провів аналіз одержаних результатів.

4. Bogdanov, V.L., Nazarenko, V.M., Kipnis, O.L. Compression of semibounded body with thin coating layer along interface near-surface crack. Part II. *Int Appl Mech* 60, 641–652 (2024). (Scopus, Q3)

Здобувач брав участь у постановці задачі та формулюванні висновків. Кіпніс О.Л. особисто одержав систему розв'язальних інтегральних рівнянь в задачі, реалізував процедуру їх чисельного дослідження, а також провів аналіз одержаних результатів.

5. Kipnis, A.L. Stability of a piecewise-homogeneous half-plane with sliding components under compression along an interface crack. *Mech Compos Mater* 61, 409–424 (2025) (Scopus, Q2)

Праця опублікована здобувачем самостійно.

6. Kipnis, A.L. Wrinkling of hyperelastic thin film on hyperelastic semibounded substrate in cases of rigid connection and frictionless sliding of components. *J Elast* 157, 40 (2025). (Scopus, Q2)

7. Kipnis, A.L. Investigation of the compression of a piecewise homogeneous half-plane with a fixed boundary along the interface crack. *Mater Sci* 60, 736–746 (2025). (Scopus, Q3)

Праця опублікована здобувачем самостійно.

8. Bogdanov, V.L., Nazarenko, V.M., Kipnis, A.L. Critical loads for a piecewise-homogeneous half-plane of different hyperelastic materials under compression along the interface sliding zone. *Arch Appl Mech* 95, 213 (2025). (Scopus, Q2)

Здобувач брав участь у постановці задачі та формулюванні висновків. Кіпніс О.Л. особисто одержав розв'язальні інтегральні рівняння в задачі, реалізував процедуру їх чисельного дослідження, а також провів аналіз одержаних результатів та порівняв їх з результатами задач для тіл з тріщиною.

9. Bogdanov, V.L., Nazarenko, V.M., Kipnis, O.L. Material Compressibility Effect on the Surface Instability of a Coated Body Under Compression. *Strength Mater* (2026). (Scopus, Q3)

Здобувач брав участь у постановці задачі та формулюванні висновків. Кіпніс О.Л.

особисто одержав розв'язальні інтегральні рівняння в обох випадках (жорсткого з'єднання задачі та проковзування без тертя), реалізував процедуру їх чисельного дослідження, а також провів аналіз одержаних результатів.

10. Богданов, В.Л., Назаренко, В.М., Кіпніс, О.Л. Розв'язання плоскої задачі механіки руйнування для кусково-однорідної півплощини, що стискається вздовж міжфазної приповерхневої тріщини. Доповіді Національної академії наук України (4), 3–13 (2024). (категорія «Б»)

Здобувач брав участь у постановці задачі, аналізі результатів та формулюванні висновків. Кіпніс О.Л. особисто одержав систему розв'язальних інтегральних рівнянь в задачі, реалізував процедуру їх чисельного дослідження та одержав числові результати.

11. Кіпніс, О.Л. Приповерхнева стійкість кусково-однорідної півплощини, що стискається вздовж прямолінійної межі поділу двох середовищ за різних умов їх з'єднання. Доповіді Національної академії наук України (5), 62–74 (2024). (категорія «Б»)

Праця опублікована здобувачем самостійно.

12. Кіпніс, О. Плоска задача про стискання напівобмеженого кусково-однорідного тіла вздовж міжфазної зони гладкого проковзування. Доповіді Національної академії наук України (6), 43–52 (2024). (категорія «Б»)

Праця опублікована здобувачем самостійно.

13. Кіпніс, О.Л. Стійкість однорідної нескінченної смуги при стисканні вздовж внутрішньої тріщини. Мат. методи та фіз.-мех. поля 67(1-2), 224–232 (2024). (категорія «А»)

Праця опублікована здобувачем самостійно.

14. Кіпніс, О.Л. Аналіз застосовності наближених підходів до визначення критичних деформацій зморщування тонкої плівки на напівобмеженій підкладці. Доповіді Національної академії наук України (2), 42–53 (2025). (категорія «Б»)

Праця опублікована здобувачем самостійно.

15. Кіпніс, О.Л. Стиснення шаруватого композиту з компонентами, що проковзують, уздовж двох паралельних міжфазних структурних тріщин. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Фізико-математичні науки 80(1), 60–63 (2025). (Scopus, Q4)

Праця опублікована здобувачем самостійно.

16. Кіпніс, О.Л. Руйнування кусково-однорідної півплощини при стиску вздовж тріщини, не розташованої на межі поділу середовищ. Прикл. механіка 61 (6), 114–130 (2025). (категорія «А»)

Праця опублікована здобувачем самостійно.

17. Кіпніс, О. Л. Локальна втрата стійкості покриття тонкоплівкової системи під дією стиску вздовж міжфазної тріщини за різних умов контакту. Доповіді Національної академії наук України (6), 74–84 (2025). (категорія «Б»)

Праця опублікована здобувачем самостійно.

Праці апробаційного характеру

18. Bogdanov, V.L., Kipnis, A.L. An Approach to Analysis of Fracture of Semi-bounded Body Under Compressing Along Interfacial Near-Surface Crack. Structural Integrity, vol 8. Springer, Cham, 110–113 (2019).

19. Кіпніс, О.Л. Стійкість межі поділу середовищ кусково-однорідної півплощини при стиску вздовж міжфазної приповерхневої тріщини. Матеріали міжнародної конференції «Математичні проблеми технічної механіки – 2024», 77–78 (2024).

20. Кіпніс, О.Л. Плоска задача механіки руйнування про стиск кусково-однорідної півплощини з закріпленою межею вздовж міжфазної тріщини. Прикладна механіка: Праці I Міжнародної науково-технічної конференції, 189–192 (2024).

21. Кіпніс, О.Л. Руйнування кусково-однорідного напівобмеженого тіла, що стискається вздовж міжфазної приповерхневої тріщини. Матеріали X Міжнародної науково-технічної конференції «Актуальні проблеми інженерної механіки», 57–59 (2024).

22. Кіпніс, О.Л. Стискання кусково-однорідного напівобмеженого тіла за різних умов з'єднання його компонентів вздовж міжфазної тріщини. Математичні проблеми механіки неоднорідних структур (6), 118 (2024).

23. Богданов, В.Л., Назаренко, В.М., Кіпніс, О.Л. Руйнування кусково-однорідної півплощини при стисканні вздовж тріщини, не розташованої на межі поділу середовищ. Математичні проблеми механіки неоднорідних структур (6), 124 (2024).

24. Кіпніс, О.Л. Критичні параметри навантаження в задачі про стискання напівобмеженого тіла з покриттям вздовж міжфазної зони проковзування. Матеріали міжнародної наукової конференції «Механіка: сучасність і перспективи – 2024», 19–21 (2024).

25. Кіпніс, О.Л. Втрата стійкості тонкої жорсткої плівки на податливій нестисливій підкладці при стиску вздовж міжфазного відшарування. Збірник матеріалів міжнародної науково-технічної конференції «Сучасні проблеми механіки у конструкціях спеціального призначення», 104–107 (2025).

26. Богданов, В.Л., Назаренко, В.М., Кіпніс, О.Л. Критичні параметри навантаження в задачі про стискання напівобмеженого тіла з покриттям вздовж міжфазної зони проковзування. Збірник матеріалів міжнародної науково-технічної конференції «Сучасні проблеми механіки у конструкціях спеціального призначення», 68–71 (2025).

Якість та кількість публікацій відповідають «Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук» та Наказу МОН України від 23.09.2019 № 1220 «Про опублікування результатів дисертацій на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук».

З огляду на вищевикладене, пропонується:

ВВАЖАТИ, що дисертаційна робота Кіпніса Олександра Леонідовича «Стійкість матеріалів з покриттям при стиску вздовж межі поділу за різних умов міжфазного

контакту», що подана на здобуття наукового ступеня доктора фізико-математичних наук, є кваліфікаційною науковою працею, виконаною здобувачем самостійно, за своїм науковим рівнем, практичною та теоретичною цінністю, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам п.7 та п.9 «Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук», що пред'являють до докторських дисертацій, та паспорту спеціальності 01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла.

РЕКОМЕНДУВАТИ дисертаційну роботу «Стійкість матеріалів з покриттям при стиску вздовж межі поділу за різних умов міжфазного контакту», подану Кіпнісом Олександром Леонідовичем на здобуття наукового ступеня доктора фізико-математичних наук, до захисту у спеціалізованій вченій раді Д 26.166.01 за спеціальністю 01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла.

Рецензент

чл.-кор. НАН України, завідувач відділу
механіки руйнування матеріалів,
доктор фізико-математичних наук

Михайло СЕЛІВАНОВ

Рецензент

головний науковий співробітник
відділу механіки руйнування матеріалів,
доктор фізико-математичних наук, професор

Анатолій КАМІНСЬКИЙ

Рецензент

провідний науковий співробітник
відділу механіки руйнування матеріалів
доктор фізико-математичних наук, професор

Ростислав МАРТИНЯК