

ПОВІДОМЛЕННЯ

про утворення разової спеціалізованої вченої ради

Заклад освіти/наукова
установа

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
(ідентифікаційний код 02071240)

1. Здобувач ступеня доктора філософії

1.1. ПІБ здобувача ступеня
доктора філософії

Візінська Ірина Іванівна

1.2. Освітньо-наукова
програма, яку завершив
здобувач

38612 Прикладна математика (113 Прикладна математика)

1.3. Окремі елементи
освітньо-наукової програми
забезпечуються іншим
закладом вищої освіти/
науковою установою (у тому
числі іноземним)

ні

2. Дисертація

2.1. Тема дисертації

Апроксимація початкових і крайових задач для диференціально-функціональних рівнянь та їх числове моделювання

2.2. Анотація дисертації

Візінська І. І. Апроксимація початкових і крайових задач для диференціально функціональних рівнянь та їх числове моделювання. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 113 – «Прикладна математика». – Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, Чернівці, 2023. Дисертаційна робота присвячена дослідженню схем апроксимації початкових задач для систем лінійних диференціально-різницевих рівнянь запізнюючого й нейтрального типів з багатьма запізненнями послідовністю систем звичайних диференціальних рівнянь та та їх застосуванню до дослідження на стійкість систем лінійних диференціально-різницевих рівнянь з багатьма запізненнями і знаходження верхньої межі запізнення для якої зберігається стійкість системи із запізненням. Розглядається також застосування схем апроксимації диференціальних рівнянь із запізненням системами звичайних диференціальних рівнянь для наближення розв'язків крайових задач для інтегро-диференціальних рівнянь із запізненням.

Дисертація складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літератури та двох додатків. У вступі проаналізовано сучасний стан досліджень з теорії початкових та крайових задач для диференціально різницевих та диференціально функціональних рівнянь. Обґрунтовано актуальність теми дослідження, сформульовано мету, завдання, предмет, об'єкт та методи дослідження, вказано наукову новизну, практичне значення отриманих результатів, зв'язок роботи з науковими темами. Зазначено особистий внесок здобувача, а також наведено дані про те, де доповідались, обговорювались та опубліковано основні

результати дисертації.

У розділі 1 наведені деякі відомості з теорії диференціально-функціональних рівнянь, зокрема класичні означення та основні постановки початкових і крайових задач. Зроблено огляд літературних джерел за тематикою дисертаційних досліджень і з яких запозичується методика досліджень та результати яких поширюються на нові класи задач. Наведено хронологію досліджень схем апроксимації диференціально-функціональних рівнянь послідовністю систем звичайних диференціальних рівнянь, її сучасний стан та можливі напрямки застосування, наведено питання, які залишились нерозв'язаними.

У другому розділі роботи вивчаються схеми апроксимації лінійних диференціально-різницевих рівнянь із запізненням та нейтрального типу, а також один клас лінійних диференціально-функціональних рівнянь, що найчастіше зустрічається в прикладних застосуваннях.

Аналіз точності апроксимації елемента запізнення у випадку неперервної вхідної функції здійснено в підрозділі 2.1. Тут для покращення точності апроксимації розглядається послідовність m елементів запізнення, що послідовно між собою з'єднані.

Точність апроксимації розв'язків початкових задач для диференціально-функціональних рівнянь із запізненням та нейтрального типу розв'язками відповідних апроксимуючих систем звичайних диференціальних рівнянь досліджено в підрозділах 2.2-2.4. Основними результатами цього розділу є Теорема 2.1 та Теорема 2.2. В них одержано коефіцієнтні умови на вихідні системи диференціально-функціональних рівнянь, що забезпечують збіжність схеми апроксимації. В цьому ж розділі розглянуто застосування схем апроксимації для наближення ненасимптотичних коренів квазіполіномів лінійних систем диференціально-різницевих рівнянь із багатьма запізненнями за допомогою коренів характеристичних рівнянь відповідних апроксимуючих систем звичайних диференціальних рівнянь. При застосуванні класичної схеми апроксимації одержуються зручні для реалізації на ЕОМ алгоритми знаходження неасимптотичних коренів квазіполіномів, що однак вимагають високої розмірності відповідної апроксимуючої системи. Для підвищення точності апроксимації неасимптотичних коренів квазіполіномів запропоновано схему підвищеної точності апроксимації та проведено порівняння схем на тестових модельних прикладах.

Алгоритми дослідження стійкості лінійних систем диференціально-різницевих рівнянь із багатьма запізненнями та їх реалізація для тестових прикладів розглянуто в підрозділі 2.6.

В інженерній практиці системи із запізненням часто замінюють системами без запізнення на тій підставі, що воно мале. В підрозділі 2.6.2 розглянуто математичне обґрунтування можливості заміни диференціально-різницевих рівнянь із запізненням на звичайні диференціальні рівняння, а також здійснено аналіз праць по знаходженню верхніх меж запізнення, для яких режим стійкості систем із запізненням є аналогічний режиму стійкості відповідних систем без запізнення. Тут зокрема запропонована методика знаходження верхньої межі запізнення, для якої зберігається стійкість системи із запізненням.

Для простіших лінійних диференціально-різницевих рівнянь із

запізненням методом D - розбиття знайдено точне значення верхньої межі запізнення при якому ще зберігається стійкість. У третьому розділі дисертаційної роботи досліджуються крайові задачі для інтегро-диференціальних рівнянь із багатьма сталими запізненнями. Інтегро-диференціальні рівняння із запізненням виникають при математичному моделюванні поширення епідемії в задачах математичної біології та хімічної кінетики тощо. Визначено функціональний простір, якому належать розв'язки розглянутих крайових задач, досліджено властивості гладкості розв'язків в залежності від структури відхилень аргумента. Відомо, що не існує універсальних методів побудови їх точних розв'язків інтегро-диференціальних рівнянь із запізненням. Тому основними теоретичними питаннями при дослідженні таких задач є обґрунтування конструктивних підходів доведення існування їх розв'язків та розробка ефективних методів побудови наближених розв'язків. Методом стислих відображень встановлено достатні умови існування розв'язків таких задач.

Для наближеного знаходження розв'язків крайових задач у підрозділі 3.2 розглядається застосування схем апроксимації диференціальних рівнянь із запізненням системами звичайних диференціальних рівнянь. Для обґрунтування точності апроксимації загальної крайової задачі для інтегро-диференціальних рівнянь із багатьма сталими запізненнями встановлено оцінку точності апроксимації елемента запізнення у випадку кусково неперервних вхідних функцій.

Наведену методику апроксимації крайових задач для інтегро-диференціальних рівнянь із багатьма сталими запізненнями продемонстровано на модельному тестовому прикладі.

У четвертому розділі розглядаються застосування схем апроксимації лінійних диференціально-різницевих рівнянь для знаходження неасимптотичних коренів відповідних квазіполіномів та розв'язання важливих для практичних застосувань таких задач: аналіз стійкості лінійних диференціально-різницевих рівнянь з багатьма запізненнями; знаходження верхньої межі запізнення лінійних систем із запізненням, для якої зберігається її стійкість. Дослідження цих задач зводиться до перевірки умов від'ємності дійсних частин усіх нулів відповідних квазіполіномів. Оскільки безпосередня перевірка на практиці такої умови можлива тільки в найпростіших випадках у роботі для її розв'язання аналізуються корені характеристичних многочленів відповідних апроксимуючих систем звичайних диференціальних рівнянь.

Реалізація запропонованих алгоритмів дослідження стійкості розв'язків лінійних диференціально-різницевих рівнянь продемонстровано на модельних тестових прикладах. Описано розроблене прикладне програмне забезпечення для моделювання стійкості лінійних систем диференціально-різницевих рівнянь та знаходження наближених розв'язків крайових задач для інтегро-диференціальних рівнянь із запізненням.

Аналіз числових експериментів, здійснених для тестових модельних прикладів, підтверджує наведені в роботі теоретичні результати.

Практичне значення отриманих результатів. Результати дисертації мають в основному теоретичний характер. Вони є вагомим внеском у методику дослідження систем диференціально-різницевих і диференціально-функціональних рівнянь. Побудовані

та обґрунтовані схеми апроксимації початкових задач для диференціально-функціональних рівнянь запізнюючого і нейтрального типів та крайових задач для інтегро-диференціальних рівнянь із запізненням можуть бути використані при вивченні прикладних задач механіки, оптимального керування, динамічних процесів екології, імунології, економіки та інших областей, математичними моделями яких є розглянуті в роботі диференціально-функціональні рівняння. Одержані алгоритми знаходження неасимптотичних коренів квазіполіномів та побудови області стійкості лінійних диференціально-різницевих рівнянь можуть бути також використані для подальшого дослідження якісних властивостей розв'язків лінійних автономних систем із запізненням.

2.3. Ключові слова дисертації диференціально-різницеві рівняння, диференціально-функціональні рівняння, динамічні системи, початкова та крайові задачі, існування та єдиність розв'язку, метод усереднення, запізнення та нейтральний тип, схеми апроксимації, оцінка похибки, стійкість та асимптотична стійкість, область стійкості, метод Д-розбиття, малий параметр, функції Ляпунова, комп'ютерне моделювання

2.4. Посилання, за яким розміщено текст дисертації <https://archer.chnu.edu.ua/handle/123456789/7511>

2.5. Публікації здобувача, зараховані для захисту

Іліка С.А., Піддубна Л.А., Тузик (Візінська) І.І., Черевко І.М. Апроксимація лінійних диференціально-різницевих рівнянь та їх застосування. Буковинський математичний журнал. 2018. Т. 6. № 3-4. С. 80-83.

Рік 2018

Ключові слова лінійні диференціально-різницевих рівняння, запізнення, квазіполіном, стійкість розв'язків

DOI 10.31861/bmj2018.03.080

Одноосібне авторство ні

Містить державну таємницю / службову інформацію ні

Посилання <https://bmj.fmi.org.ua/index.php/adm/article/view/882>

Іліка С.А., Тузик (Візінська) І.І., Черевко І.М. Апроксимація неасимптотичних коренів квазіполіномів диференціально-різницевих рівнянь нейтрального типу. Буковинський математичний журнал. 2020. Т. 8. № 1. С. 110-117.

Рік 2020

Ключові слова диференціально-різницеве рівняння, нейтральний тип, апроксимація диференціально-різницевих рівнянь, схема Красовського-Репіна, схема апроксимації підвищеної точності, квазіполіном, неасимптотичні корені

DOI 10.31861/bmj2020.02.090

Одноосібне авторство ні

Містить державну таємницю / службову ні

інформацію	
Посилання	https://bmj.fmi.org.ua/index.php/adm/article/view/977
<p>Тузик (Візінська) І.І., Черевко І.М. Апроксимація крайових задач для інтегро-диференціальних рівнянь із запізненням. Буковинський математичний журнал. 2022. Т.10, № 1 . С. 120-128.</p>	
Рік	2022
Ключові слова	крайова задача, апроксимація, інтегро-диференціальні рівняння, запізнення
DOI	10.31861/bmj2022.01.11
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://bmj.fmi.org.ua/index.php/adm/article/view/1078
<p>Дорош А.Б., Тузик (Візінська) І.І., Черевко І.М. Схеми апроксимації крайових задач для інтегро-диференціальних рівнянь із запізненням. Нелінійні коливання. 2023. 26. № 1. С. 33-41.</p>	
Рік	2023
Ключові слова	крайові задачі, інтегро-диференціальні рівняння, ітераційна схема, запізнення, схеми апроксимації
DOI	10.37863/nosc.v26i1.1410
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://imath.kiev.ua/~nosc/web/show_article.php?article_id=1410
<p>Візінська І.І. Моделювання стійкості диференціально-різницевого рівняння із запізненням. Буковинський математичний журнал. 2023. Т.11. № 1. С.71-79.</p>	
Рік	2023
Ключові слова	диференціально-різницево рівняння, запізнення, схеми апроксимації, стійкість, нестійкість, квазіполіном, неасимптотичні корені квазіполінома
DOI	10.31861/bmj2023.01.06
Одноосібне авторство	так
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://bmj.fmi.org.ua/index.php/adm/article/view/1125

3. Захист

3.1. Посилання, за яким здійснюватиметься онлайн-трансляція захисту

<https://www.youtube.com/channel/UC7PNEvK5g8CET3dTxA-x0yQ>

4. Разова рада

4.1. Дата рішення Вченої ради про утворення разової ради 18.10.2023

Голова разової ради

ПІБ	Бігун Ярослав Йосипович
Місце роботи	Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
Посада	професор, завідувач (Основне місце роботи)
Факультет або інший структурний підрозділ	Факультет математики та інформатики
Науковий ступінь	Доктор наук, 01.01.02 Диференціальні рівняння
Дата отримання диплома доктора філософії (кандидата наук)	-
ORCID	0000-0002-4794-088X

Публікації за тематикою дисертації

Liubarshchuk E. Ie., Bihun Ya., Cherevko I. Non-Stationary Differential-Difference Games of Neutral Type . Dynamic Games and Applications. 2019. Vol. 9. Is. 3. P. 771 – 779. (Scopus) (Q3 – <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=19700177406&tip=sid&clean=0>)

Рік	2019
Ключові слова	differential-difference games, dynamic games, pursuit problem, the method of resolving functions
DOI	10.1007/s13235-019-00298-z
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85094684754&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=d1376265fb65eb89607d96787650568f&sot=b&sdt=b&s=DOI%2810.1007%2Fs13235-019-00298-z%29&sl=104&sessionSearchId=d1376265fb65eb89607d96787650568f

Бігун Я. Й., Скутар І. Д. Усереднення в багаточастотних системах із запізненням та локально інтегральними умовами. Буковинський математичний журнал. 2020. Т. 8. №2. С. 14-23.

Рік	2020
Ключові слова	інтегральна умова, багаточастотна система, резонанс, малий параметр, лінійно перетворений аргумент, осциляційний інтеграл
DOI	10.31861/bmj2020.02.02
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://bmj.fmi.org.ua/index.php/adm/article/view/992

Скутар І. Д., Бігун Я. Й. Обґрунтування методу усереднення для нелокальної m частотної задачі із

лінійно перетвореними аргументами. Математичне та комп'ютерне моделювання. Серія: Фізико-математичні науки. Кам'янець Подільський. 2020. Вип 21. С. 127-137.

Рік	2020
Ключові слова	лінійно перетворений аргумент, метод усереднення, малий параметр, резонанс, інтегральна умова, оцінка похибки
DOI	10.32626/2308-5878.2020-21.127-137
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	http://mcm-math.kpnu.edu.ua/article/view/224957

Рецензент

ПІБ	Клевчук Іван Іванович
Місце роботи	Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
Посада	доцент (Основне місце роботи)
Факультет або інший структурний підрозділ	Факультет математики та інформатики
Науковий ступінь	Доктор наук, 01.01.02 Диференціальні рівняння
Дата отримання диплома доктора філософії (кандидата наук)	-
ORCID	0000-0002-4327-3549

Публікації за тематикою дисертації

Клевчук І.І., Гритчук М.В. Побудова областей стійкості лінійних автономних диференціальних рівнянь із багатьма запізненнями. Буковинський математичний журнал. 2022. Т. 10. №1. С. 61-70.

Рік	2022
Ключові слова	диференціально-різницева рівняння, область стійкості, принцип аргументу, D-розбиття
DOI	10.31861/bmj2022.01.06
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://bmj.fmi.org.ua/index.php/adm/article/view/1073

Klevchuk I.I. Existence and stability of traveling waves in parabolic systems of differential equations with weak diffusion. Carpathian Mathematical Publications. 2022. 14. № 2. P. 493-503. (Scopus) (Q2 – <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100925710&tip=sid&clean=0>)

Рік	2022
Ключові слова	bifurcation, functional differential equation, integral manifold, stability, traveling wave
DOI	10.15330/cmp.14.2.493-503
Одноосібне авторство	так

Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85145669144&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=28204d405b4f78472c78c9e442115ee6&sot=b&sdt=b&s=TITLE%28Existence+and+stability+of+traveling+waves+in+parabolic+syst+ems+of+differential+equations+with+weak+diffusion%29&sl=116&sessionSearchId=28204d405b4f78472c78c9e442115ee6

Рецензент

ПІБ	Малик Ігор Володимирович
Місце роботи	Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
Посада	професор (Основне місце роботи)
Факультет або інший структурний підрозділ	Навчально-науковий інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук
Науковий ступінь	Доктор наук, 01.05.01 Теоретичні основи інформатики та кібернетики
Дата отримання диплома доктора філософії (кандидата наук)	-
ORCID	0000-0002-1291-9167

Публікації за тематикою дисертації

Lukashiv T., Litvinchuk Y., Malyk I., Golebiewska A., Nazarov P. Stabilization of stochastic dynamical systems of a random structure with Markov switches and Poisson perturbations. *Mathematics* 2023, 11(3) (Scopus) (Q2 – <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100830702&tip=sid&clean=0>)

Рік	2023
Ключові слова	Lyapunov function, Markov switches, optimal control, Poisson perturbations, system of stochastic differential equations
DOI	10.3390/math11030582
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85147863353&origin=resultslist&sort=plf-f

Лукашів Т.О., Малик І.В. Стійкість керованих стохастичних динамічних систем випадкової структури з марковськими перемиканнями і пуассоновими збуреннями. *Буковинський математичний журнал*. 2022. Т. 10. №2. С. 85-99.

Рік	2022
Ключові слова	стохастична динамічна система, пуассонові збурення, асимптотична стійкість, стійкість в l.i.m.
DOI	10.31861/bmj2022.01.08
Одноосібне авторство	ні

Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://bmj.fmi.org.ua/index.php/adm/article/view/1075

Офіційний опонент

ПІБ	Слюсарчук Василь Юхимович
Місце роботи	Національний університет водного господарства та природокористування
Посада	Професор (Основне місце роботи)
Факультет або інший структурний підрозділ	Навчально-науковий інститут автоматики, кібернетики та обчислювальної техніки
Науковий ступінь	Доктор наук, 01.01.02 Диференціальні рівняння
Дата отримання диплома доктора філософії (кандидата наук)	–
ORCID	0000-0003-3340-5410

Публікації за тематикою дисертації

Slyusarchuk V. Yu. Absolutely Unstable Differential Equations with Aftereffect. *Nonlinear Dynamics and Systems Theory*. 2020. 20. № 3. P. 327–332. (Scopus) (Q3 – <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=11500153304&tip=sid&clean=0>)

Рік	2020
Ключові слова	absolutely unstable solutions, differential-difference equations, estimates of the spectra of operator functions
DOI	–
Одноосібне авторство	так
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85105591537&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=127d0884b5f414c375aff8ca3d5b6a72&sot=a&sdt=sisr&s=SOURCE-ID+%2811500153304%29&sl=23&sessionSearchId=127d0884b5f414c375aff8ca3d5b6a72

Слюсарчук В. Ю. Дослідження систем диференціальних рівнянь із запізнюваннями й обмеженнями на запізнювання та похідні розв'язків / Investigation of Systems of Differential Equations with Delays and Constraints Imposed on the Derivatives of Solutions. *Український математичний журнал*. 2019. 71. № 5. С. 677–691. (Scopus) (Q2 – <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=130147&tip=sid&clean=0>)

Рік	2019
Ключові слова	існування та єдиність розв'язку, нелінійна система, диференціальні рівняння, запізнення
DOI	10.1007/s11253-019-01673-0
Одноосібне авторство	так

Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85074853659&origin=resultslist&sort=plf-f
<p>Слюсарчук В. Ю. Лінійні диференціально-функціональні рівняння з абсолютно нестійкими розв'язками /Linear Functional-Differential Equations with Absolutely Unstable Solutions. Український математичний журнал. 2019. 71. № 11. С. 1570–1578. (Scopus) (Q2 – https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=130147&tip=sid&clean=0)</p>	
Рік	2019
Ключові слова	лінійні диференціально-функціональні рівняння, абсолютно нестійкі розв'язки, запізнення, нейтральний тип
DOI	10.1007/s11253-020-01748-3
Одноосібне авторство	так
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85085366342&origin=resultslist&sort=plf-f

Офіційний опонент

ПІБ	Хусаїнов Денис Ях'євич
Місце роботи	Київський національний університет імені Тараса Шевченка
Посада	професор (Основне місце роботи)
Факультет або інший структурний підрозділ	Факультет комп'ютерних наук та кібернетики
Науковий ступінь	Доктор наук, 01.01.09 Варіаційне числення та теорія оптимального керування
Дата отримання диплома доктора філософії (кандидата наук)	–
ORCID	0000-0001-5855-029X

Публікації за тематикою дисертації

Demchenko H., Diblík J., Khusainov D. Optimal stabilization for differential systems with delays - Malkin's approach. Journal of the Franklin Institute. 2019. V. 356. № 9. P. 4811-4841. (Scopus) (Q1 – <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=27959&tip=sid&clean=0>)

Рік	2019
Ключові слова	asymptotically stable, control functions, delayed differential equations, differential systems, functional differential equations, linear differential equation, optimal stabilization, quality criteria
DOI	10.1016/j.jfranklin.2019.04.021
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову	ні

інформацію

Посилання <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85065090365&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=7bb672ebcddc1c55163b19334f65f0bf&sot=b&sdt=b&s=TITL E%28Optimal+stabilization+for+differential+systems+with+delays%29&sl=65&sessionSearchId=7bb672ebcddc1c55163b19334f65f0bf>

Diblík J., Khusainov D., Shatyрко A., Baštinec J., Svoboda Z. Absolute Stability of Neutral Systems with Lurie Type Nonlinearity. *Advances in Nonlinear Analysis*. 2021. 11(1). P. 726–740 (Scopus) (Q1 – <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100403505&tip=sid&clean=0>)

Рік 2021

Ключові слова absolute stability, exponential stability, lurie type nonlinearity, neutral differential system

DOI 10.1515/anona-2021-0216

Одноосібне авторство ні

Містить державну таємницю / службову інформацію ні

Посилання <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85122703421&origin=resultslist&sort=plf-f>

Shatyрко A.V., Khusainov D.Ya., Puza B., Novotna V. The dynamics of one arms race mathematical model with a delay. *Journal of Automation and Information Sciences*. 2020. Vol. 52. Is. 12. P. 26 – 38. (Scopus) (Q3 – <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=25497&tip=sid&clean=0>)

Рік 2020

Ключові слова dynamics of the arms race, richardson model, solution representation, time-delay argument

DOI 10.1615/JAUTOMATINFSCIEN.V52.I12.30

Одноосібне авторство ні

Містить державну таємницю / службову інформацію ні

Посилання <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85104375663&origin=resultslist&sort=plf-f>

Підтвердження

Я підтверджую, що:

- я належним чином уповноважений/а закладом освіти/науковою установою на подання цього повідомлення, і за потреби надам документ, який підтверджує ці повноваження
- усі відомості, викладені у цьому повідомленні, є достовірними

Документ підписаний електронним підписом

ЯКУБОВСЬКА НАТАЛІЯ ОЛЕКСІЇВНА

26.10.2023