Національна академія наук України
Міністерство освіти і науки України
Державна наукова установа «Київський академічний університет»

«Допущено до захисту»
Завідувач кафедри математики,
доктор фіз.-мат. наук
Вячеслав БОЙКО
«___» травня 2025 р.

Лобанов Денис Артемович

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня «магістр»
Спеціальність 111 «Математика»

Тема: «Опис кубічних кілець зі скінченним числом незвідних зображень»

Засвідчую, що кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело. _______ Д.А. ЛОБАНОВ

Науковий керівник
доктор фіз.-мат. наук, професор
Дрозд Юрій Анатолійович
____

Київ — 2025

Анотація

Лобанов Д.А., **Опис кубічних кілець зі скінченним числом незвідних зображень**, Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» за спеціальністю 111 Математика, Київський академічний університет, Київ, 2025, ?? с., ?? джерел.

???Текст анотації???

MSC: ???????

Ключові слова: ???????

Abstract

LastName N.S., **?????????**, Master Thesis, speciality 111 Mathematics. – Kyiv Academic University, Kyiv, 2025, ?? pages, ?? references.

??????

MCS: ???????

Key words: ???????

Зміст

Перелік умовних позначень

$\mathbb{Z}$	кільце цілих чисел
Λ	кубічне кільце
f	кубічна форма (індекс-форма) кільця
Δ	дискримінант кубічної форми
G	група Лі
$\mathfrak{g}$	алгебра Лі
Q	оператор однопараметричної групи Лі
$\mathbb{R}^n$	n-вимірний евклідів простір
$X \simeq \mathbb{R}^n$	простір незалежних змінних $x = (x^1, x^2, \ldots, x^n)$
$U \simeq \mathbb{R}^m$	простір залежних змінних $u = \big(u^1, u^2, \ldots, u^m\big)$
$u_i^\alpha = \dfrac{\partial u^\alpha}{\partial x^i}$	частинна похідна від залежної змінної u^α за незалежною змінною x^i
D_i	оператор повної похідної за змінною x^i
$\underset{r}{Q}$	r-те продовження оператора Q
I	набір інваріантів нульового порядку
$I_{(r)}$	набір інваріантів r-го порядку, $r \geq 1$

Вступ

?????????? [1, 2, 5]

Розділ 1

Коли нерозкладених зображень скінченна кількість

1.1. Попередні відомості про кубічні кільця

Для початку необхідно пригадати важливі означення та важливі результати.

Означення 1.1. Кубічним кільцем Λ називають вільним $\mathbb{Z}$-модулем рангу 3.

Означення 1.2. Базис $\{1, \omega_1, \omega_2\}$ кубічного кільця Λ називається **нормальним**, якщо

$$\omega_1 \cdot \omega_2 \in \mathbb{Z}$$

Зафіксуємо базис $\{1, \omega_1, \omega_2\}$ кільця Λ. Тоді $\omega_1 \cdot \omega_2 = k\omega_1 + l\omega_2 + m$ при $k, lm, \in \mathbb{Z}$. Замінивши ω_1 на $\omega_1 - l$ та ω_2 на $\omega_2 - k$, отримуємо нормальний базис $\{1, \omega_1 - l, \omega_2 - k\}$. Отже, надалі всі базиси в кубічних кільцях – нормальні.

Запишемо таблицю множення для базиса $\{1, \omega_1, \omega_2\}$:

$$\begin{aligned} \omega_1^2 &= b\omega_1 + a\omega_2 + r \\ \omega_1\omega_2 &= s \\ \omega_2^2 &= d\omega_1 + c\omega_2 + t \end{aligned}$$

Прирівнявши $(\omega_1^2) \cdot \omega_2 = \omega_1 \cdot (\omega_1 \cdot \omega_2)$ та $\omega_1 \cdot (\omega_2^2) = (\omega_1 \cdot \omega_2) \cdot \omega$, отримуємо співвідношення $r = -ac,\ s = ad,\ t = -bd$. Отже, таблиця множення задається чотирма числами $a, b, c, z \in \mathbb{Z}$:

$$\begin{aligned}\omega_1^2 &= b\omega_1 + a\omega_2 - ac\\ \omega_1\omega_2 &= ad\\ \omega_2^2 &= d\omega_1 + c\omega_2 + -bd\end{aligned}$$

Розділ 2

Назва розділу

2.1. Назва секції

Висновки

У роботі ??????

Список використаних джерел

1. Бойко В.М., Узагальнені оператори Казіміра, сингулярні модулі редукції та симетрії диференціальних рівнянь, Дис. … док. фіз.-мат. наук, Інституту математики НАН України, Київ, 2018, 338 с., https://www.imath.kiev.ua/~boyko/BoykoThesis.pdf.
2. Boyko V.M., Lokaziuk O.V., Popovych R.O., Admissible transformations and Lie symmetries of linear systems of second-order ordinary differential equations, arXiv:2105.05139.
3. Maple 17, https://www.maplesoft.com/products/Maple/.
4. Olver P.J., Equivalence, invariants, and symmetry, Cambridge, University Press Cambridge, 1995, xvi+525 pp., https://doi.org/10.1017/CBO9780511609565.
5. Popovych R.O., Boyko V.M., Nesterenko M.O., Lutfullin M.V., Realizations of real low-dimensional Lie algebras, *J. Phys. A* **36** (2003), no. 26, 7337–7360, https://doi.org/10.1088/0305-4470/36/26/309; math-ph/0301029.

Додаток А

Назва додатку

А.1. Назва секції додатку