ISSN print 2414-4517, ISSN online 2710-1487, https://ecm.knmu.edu.ua, ecm.journal@knmu.edu.ua

Хірургія

УДК: 616.22-006.44-089.87

ХІРУРГІЧНЕ ЛІКУВАННЯ ПРОТЯЖНИХ РУБЦЕВИХ СТРИКТУР ТРАХЕЇ

Бойко В.В.[1, 2], Кріцак В.В.[1, 3], Сочнєва А.Л.[3], Ткаченко В.В.[1, 3]

[1]Інститут загальної та невідкладної хірургії ім. В.Т. Зайцева НАМН України, Харків, Україна

[2]Харківський національний медичний університет, Харків, Україна

[3]Навчально-науковий медичний інститут Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», Харків, Україна

У статті представлено результати лікування 72 пацієнтів із протяжними рубцевими стенозами трахеї, що виникли після тривалої інтубації або трахеостомії, переважно внаслідок тяжких поєднаних травм, коматозних станів та затяжної штучної вентиляції легень. Застосовано комплексну діагностику, включаючи клінічні, рентгенологічні, функціональні (спірографія), ендоскопічні дослідження та мультиспіральну комп'ютерну томографію, що дозволило визначити локалізацію, тривалість, ступінь стенозу й супутні зміни в легенях. Основним клінічним проявом був прогресуючий респіраторний дистрес від задишки до стридору. Радикальне хірургічне втручання (циркулярна резекція трахеї з формуванням анастомозу типу «кінець у кінець») проведено 67 пацієнтам. Вибір типу анастомозу (трахеотрахеальний, ларинготрахеальний, гортанотрахеальний) залежав від рівня ураження. Операції здійснювалися через шийний доступ або в комбінації з верхньою стернотомією. Значну увагу приділено післяопераційній профілактиці ускладнень: санації дихальних шляхів, інтубаційній техніці, позиціюванню голови, антибіотикотерапії, інгаляційній та бронхоскопічній підтримці. Частота ускладнень становила менше 5,0 %, летальність – 1,3 %. Більшість пацієнтів (94,5 %) виписані з позитивним клінічним ефектом. Отримані результати підтверджують ефективність своєчасного хірургічного лікування рубцевого стенозу трахеї як єдиного радикального методу відновлення прохідності дихальних шляхів.

Ключові слова: *рубцеві стенози трахеї, оперативне лікування, циркулярна резекція трахеї.*

	Цитуйте українською: Бойко ВВ, Кріцак ВВ, Сочнєва АЛ, Ткаченко ВВ. Хірургічне лікування протяжних рубцевих стриктур трахеї. Експериментальна і клінічна медицина. 2025;94(2):89-96. https://doi.org/10.35339/ekm.2025.94.2.bks
	Cite in English: Boiko VV, Krytsak VV, Sochnieva AL, Tkachenko VV. Surgical treatment of long scarred tracheal strictures. Experimental and Clinical Medicine. 2025;94(2):89-96. https://doi.org/10.35339/ekm.2025.94.2.bks [in Ukrainian].

CC BY-NC-SA

Бойко В.В., Кріцак В.В., Сочнєва А.Л., Ткаченко В.В., 2025

Boyko V.V., Kritsak V.V., Sochnieva A.L., Tkachenko V.V., 2025

ISSN print 2414-4517, ISSN online 2710-1487, https://ecm.knmu.edu.ua, ecm.journal@knmu.edu.ua

Відповідальний автор: Сочнєва А.Л.
✉ Україна, 61145, м. Харків,
вул. Сухумська, 24, кв. 45-А.
E-mail: sochnevanastya@gmail.com

Corresponding author: Sochnieva A.L.
✉ Ukraine, 61145, Kharkiv,
Sukhumska str., 24, app. 45-A.
E-mail: sochnevanastya@gmail.com

Вступ

Унаслідок збільшення частоти дорожньо-транспортних пригод, зростання кількості тяжких травм, виконання великих за об'ємом хірургічних оперативних втручань у вихідна важкої категорії хворих із тривалим післяопераційним періодом після проведення Штучної Вентиляції Легень (ШВЛ) можуть виникати ускладнення, спричинені пошкодженням стінки трахеї під час проведення дихальної реанімації [1].

У основі Рубцевого Стенозу Трахеї (РСТ) лежить пошкодження її нормальних структур та заміщення їх грубою сполучною тканиною [2]. Одним із механізмів розвитку РСТ є й те, що дихальну реанімацію часто проводять на тлі шоку різного ґенезу, що проявляється порушенням мікроциркуляції, зокрема й у трахеальній стінці, що сприяє розвитку інфекції та порушенню регенерації [3].

При збільшенні кількості постраждалих із тяжкими поєднаними травмами, які потребують тривалої ШВЛ та трахеостомії, частота виникнення різних рубцевих стенозів гортані та трахеї, за різними даними, досягає 25 % [4].

Симптоми РСТ, основним із яких є утруднення дихання, зазвичай виникають у строки від 1 до 7 тижнів після екстубації або трахеостомії, тобто після формування рубцевої тканини в стінці трахеї з подальшим звуженням просвіту дихальних шляхів [5].

Основною радикальною операцією, що дає змогу видалити ушкоджену ділянку та відновити цілісність повітропровідних шляхів, залишається циркулярна резекція трахеї з анастомозом за типом «кінець у кінець» [6; 7]. Результати опе рації можна вважати задовільними. Однак можливі такі грізні ускладнення, як неспроможність швів анастомозу, арозивні кровотечі, рецидив стенозу, параліч гортанного нерву, медіастиніт.

За даними різних авторів, частота післяопераційних ускладнень у пацієнтів, які перенесли резекцію трахеї, становить [8,7–9,8] %, а летальність сягає 5,0 % [8; 9].

Мета дослідження

Покращити результати хірургічного лікування протяжних рубцевих стенозів трахеї шляхом аналізу клінічного перебігу, діагностичних підходів та ефективності циркулярної резекції трахеї з формуванням анастомозу типу «кінець у кінець» залежно від локалізації та ступеня ураження дихальних шляхів.

Матеріали та методи

У відділенні торакальної хірургії клініки Інституту загальної та невідкладної хірургії ім. В.Т. Зайцева НАМН України, м. Харків, під наглядом перебували 72 хворих, із них 55 чоловіків та 17 жінок, віком від 19 до 67 років із рубцевими стенозами трахеї, що розвинулися внаслідок тривалої інтубації трахеї або після накладення трахеостомії. У 46 із них проведення ШВЛ вимагали наслідки тяжких поєднаних травм, у 4 – тяжкі тілесні поранення, у 22 – коматозний стан різного генезу. У 23 пацієнтів рубцевий стеноз трахеї розвинувся внаслідок тривалої ШВЛ через інтубаційну трубку, у 49 – після накладення трахеостоми. 27 хворих поступили з трахеостомою. Основним клінічним симптомом у хворих із РСТ було утруднення дихання, вираженість якого залежала від ступеня і терміну стенозу, варіюючи від задишки під час фізичного навантаження до стридорозного дихання у спокої.

ISSN print 2414-4517, ISSN online 2710-1487, https://ecm.knmu.edu.ua, ecm.journal@knmu.edu.ua

Був проведений розподіл за ступенем: I ступінь – «рубцева деформація», яка не потребує лікування, без клінічних проявів; II ступінь – утруднення дихання під час фізичного навантаження; III ступінь – задишка у спокої; IV ступінь – стридор, гіпоксія, загроза асфіксії *(табл. 1*).

Дослідження виконані з дотриманням основних положень «Правил етичних принципів проведення наукових медичних досліджень за участю людини», затверджених Гельсінською декларацією (1964–2013 рр.), ICH GCP (International Council for Harmonisation of Technical Requirements for Pharmaceuticals for Human Use, Міжнародна рада з гармонізації технічних вимог до реєстрації лікарських засобів для людини; Good Clinical Practice, Належна клінічна практика проведення досліджень) (1996 р.), наказів МОЗ України №№ 199 та 200 від 11.02.2019. Пацієнти приймали участь у проведеному дослідженні повністю за власним бажанням, що підтверджується особистим підписанням відповідної інформованої згоди. Кожен пацієнт особисто був поінформований щодо обов'язків і прав та можливості завершити дослідження в будь-який момент його проведення без будь-яких наслідків та пояснення причин своїх дій.

Усім хворим, поряд із загально клінічними та рентгенологічними методами обстеження, проводили спірографію, ендоскопію, МультиСпіральну Комп'ютерну Томографію (МСКТ).

Інструментальні методи дослідження давали змогу визначити локалізацію, тривалість, характер, ступінь звуження і запалення в легенях у результаті обструкції залежно від тривалості захворювання.

Результати та обговорення

Ураження шийного відділу трахеї мало місце у 58 хворих, верхньогрудного – у 10, середньогрудного – у 2, нижньогрудного – у 2. Звуження становило від 1/3 діаметра та більше, але у більшості пацієнтів мало місце звуження 2/3 діаметра дихального шляху. Протяжність звуження коливалася від 2,0 до 6,5 см, в основному спостерігалася циркулярна форма ураження. У 5 обстежених протяжність звуження становила до 2 см, у 62 – понад [2,0–2,5] см, у 5 хворих було дворівневе ураження. У всіх хворих показники функції зовнішнього дихання були змінені більше за рестриктивним або змішаним типом різного ступеня вираженості.

Після короткочасної передопераційної підготовки радикальні хірургічні втручання були виконані 67 пацієнтам. Основним видом операції стала циркулярна резекція трахеї з формуванням анастомозу типу «кінець у кінець». Залежно від локалізації стенозу та анато-

Таблиця 1. Розподіл пацієнтів за ступенем стенозу трахеї

Ступінь стенозу	Клінічна характеристика	Кількість пацієнтів, абс.	Частка (%)
I – рубцева деформація	Без клінічних проявів	5	6,9
II – стеноз при навантаженні	Задишка під час фізичного навантаження	10	13,9
III – субкомпенсація	Задишка у спокої	32	44,4
IV – декомпенсація	Стридор, гіпоксія, загроза асфіксії	30	41,7
	Усього	72	100,0

ISSN print 2414-4517, ISSN online 2710-1487, https://ecm.knmu.edu.ua, ecm.journal@knmu.edu.ua

мічних умов, у 46 пацієнтів сформовано трахеотрахеальний анастомоз, у 16 – ларинготрахеальний. Із 5 хворих із дворівневим ураженням трьом було накладено гортанотрахеальний анастомоз, двом – трахеотрахеальний. Крім того, у 5 пацієнтів із ізольованими стенозами шийного відділу трахеї протяжністю до 2 см позитивного ефекту вдалося досягти шляхом проведення 2–3 сеансів ендоскопічної коагуляційної деструкції звуженої ділянки. Структуру виконаних оперативних втручань представлено в *таблиці 2*.

ку проводили ендоскопічну санацію трахеобронхіального дерева, особливу увагу звертали на зіставлення слизової оболонки, інтеропозицію м'яких тканин, хрящів між кінцями трахеї, що зшиваються. Після закінчення операції та санаційної ендоскопії забезпечували фіксацію голови хворого у положенні наведеного до передньої поверхні грудної клітки підборіддя, що зменшувало натяг кінців анастомозу та полегшувало відкашлювання мокротиння.

У післяопераційному періоді після резекції трахеї особливу увагу приділяли

Таблиця 2. Характер оперативних втручань, виконаних пацієнтам

Вид оперативного втручання	Кількість пацієнтів, абс.
Трахеотрахеальний анастомоз	46
Ларинготрахеальний анастомоз	16
Гортанотрахеальний анастомоз (при 2-рівневих ураженнях)	3
Ендоскопічна деструкція (невиражені стенози до 2 см)	5
Усього оперованих	67

При стенозах шийного та верхньогрудних відділів (59) втручання виконували через шийний доступ. У разі локалізації стенозу у верхньогрудному та нижче верхньогрудного відділу трахеї (8) використовували шийний доступ із частковою верхньою стернотомією (до середньої третини тіла грудини).

Велике значення мало встановлення інтубаційної трубки. При резекції шийного та верхньогрудного відділів трахеї інтубаційну трубку встановлювали нижче анастомозу з мінімальним тиском у манжеті та надійно фіксували зовні, щоб уникнути дислокації та травмування анастомозу. Після операції та попередньої ендоскопічної санації домагалися максимально ранньої екстубації хворого, що дало змогу уникнути багатьох ускладнень. Після завершення накладення анастомозу у обов'язковому порядк-

профілактиці ускладнень з боку трахеального анастомозу та гнійно-вогнищевих ускладнень з боку легень і рани. Антибіотики призначали з урахуванням чутливості до них мікрофлори, яку визначали до операції шляхом дослідження мокротиння, змиву з трахеї та уточнювали під час операції при посіві зі слизової оболонки трахеї.

За сильного кашлю, блювоти та підвищення внутрішньочеревного тиску у трахеобронхіальному дереві виникає високий аеродинамічний тиск. Для запобігання цьому після операції хворому призначали муколітики, бронхолітики. За необхідності (за супутнього гнійного бронхіту) проводили курс санаційної бронхоскопії або інгаляційної терапії. Ретельна санація та інгаляційна терапія запобігали розвитку післяопераційного запального процесу у легенях.

ISSN print 2414-4517, ISSN online 2710-1487, https://ecm.knmu.edu.ua, ecm.journal@knmu.edu.ua

Важливе значення в післяопераційному періоді має надходження повітря та крові по дренажу або випускнику із середостіння та рани шийної ділянки. Дренажі та випускники видаляли після припинення виділення виділень протягом 1–2 діб.

Через 2–4 тижні після операції у 3 (4,2 %) хворих спостерігалася картина рестенозу анастомозу, який був усунутий електрокоагуляційною деструкцією у поєднанні із дилатацією місця анастомоза. 1 (1,3 %) хворий помер на 6 добу після операції резекції шийна-грудного відділу трахеї з анастомозом «кінець у кінець» із протяжним стенозом до 6,5 см внаслідок неспроможності та арозивної кровотечі з анастомозу. 68 (94,5 %) хворих виписано з хорошим результатом, у віддалені терміни ускладнень не спостерігалося.

Отримані нами результати підтверджують провідну роль циркулярної резекції трахеї з анастомозом типу «кінець у кінець» як радикального методу лікування рубцевих стенозів. Цей підхід дозволяє досягти стабільної реконструкції дихального шляху за умови правильної передопераційної оцінки протяжності та локалізації ураження. Наші дані корелюють з результатами інших дослідників, які вважають хірургічне лікування методом вибору у пацієнтів із складними формами доброякісних стенозів трахеї [7; 8].

Незважаючи на наявність альтернатив у вигляді ендоскопічного втручання, деструкції або стентування, довготривалий клінічний ефект від цих методів зазвичай поступається хірургічній резекції. Особливо це стосується випадків із протяжним або рецидивним ураженням, де ендоскопічні втручання дають лише тимчасове покращення і часто потребують повторних процедур [3; 10].

Профілактика післяопераційних ускладнень є надзвичайно важливим чинником успішного результату, про що свідчать як наші спостереження, так і дані зарубіжних авторів. Зокрема, належна санація дихальних шляхів, рання екстубація, ретельний контроль антибіотикотерапії та індивідуалізоване ведення пацієнта в ранньому післяопераційному періоді дозволяють мінімізувати ризики неспроможності анастомозу, рестенозу або медіастиніту [11–13].

Важливим практичним аспектом є вибір хірургічного доступу, який має визначатися з урахуванням рівня ураження трахеї, анатомічних особливостей пацієнта та наявності супутньої патології. Застосування лише шийного доступу є достатнім у більшості випадків шийного та верхньогрудного стенозу, тоді як при локалізації нижче – виправдане розширення операції верхньою стернотомією. Такий індивідуалізований підхід дозволяє покращити візуалізацію ураженої ділянки, полегшити формування анастомозу та знизити ризик інтра- та післяопераційних ускладнень [3; 4].

Висновки

1. Рубцевий стеноз трахеї є поширеним та потенційно небезпечним ускладненням інтенсивної респіраторної підтримки, зокрема тривалої інтубації або трахеостомії. Він призводить до значного порушення прохідності дихальних шляхів і розвитку вентиляційної недостатності, що суттєво впливає на якість життя пацієнтів.

2. Єдиним радикальним методом лікування пацієнтів із протяжними рубцевими стенозами трахеї залишається хірургічне втручання у вигляді циркулярної резекції трахеї з формуванням анастомозу типу «кінець у кінець». Вибір типу анастомозу визначається локалізацією ураження та анатомічними особливостями.

3. Максимальна ефективність оперативного втручання досягається за умови його виконання в оптимальні ранні строки після встановлення діагнозу. Водночас при наявності тяжкої супутньої пато-

ISSN print 2414-4517, ISSN online 2710-1487, https://ecm.knmu.edu.ua, ecm.journal@knmu.edu.ua

логії, вираженої соматичної ослабленості або високого ризику повторної інтубації, доцільно розглядати питання відтермінування або модифікації хірургічної тактики.

4. Проведення повноцінного клініко-інструментального обстеження з використанням мультиспіральної КТ, спірографії та ендоскопії дозволяє точно визначити локалізацію, протяжність та ступінь стенозу, що є критично важливим для планування оптимальної хірургічної стратегії та підвищення безпеки лікування.

Конфлікт інтересів відсутній.

Література

1. Xiong XF, Xu L, Fan LL, Cheng DY, Zheng BX. Long-term follow-up of self-expandable metallic stents in benign tracheobronchial stenosis: a retrospective study. BMC Pulm Med. 2019;19(1):33. DOI: 10.1186/s12890-019-0793-y. PMID: 30736856.

2. Liu J, Wu W, Liu S, Xu Z, Wang J, Li B. A Modified Tracheal Transaction Approach for the Repair of Nonmalignant Tracheoesophageal Fistulas: A Report of 5 Cases. ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec. 2017;79(3):147-52. DOI: 10.1159/000468943. PMID: 28391268.

3. Dalar L, Karasulu L, Abul Y, Ozdemir C, Sokucu SN, Tarhan M, Altin S. Bronchoscopic Treatment in the Management of Benign Tracheal Stenosis: Choices for Simple and Complex Tracheal Stenosis. Ann Thorac Surg. 2016;101(4):1310-7. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2015.10.005. PMID: 26704411.

4. Ezemba N, Echieh CP, Chime EN, Okorie CO, Okonna FG, Idoko FL, Arua OA. Postintubation tracheal stenosis: Surgical management. Niger J Clin Pract. 2019;22(1):134-7. DOI: 10.4103/njcp.njcp_288_18. PMID: 30666033.

5. Qureshi YA, Muntzer Mughal M, Markar SR, Mohammadi B, George J, Hayward M, Lawrence D. The surgical management of non-malignant aerodigestive fistula. J Cardiothorac Surg. 2018;13(1):113. DOI: 10.1186/s13019-018-0799-1. PMID: 30442164.

6. D'Andrilli A, Venuta F, Rendina EA. Subglottic tracheal stenosis. J Thorac Dis. 2016; 8(Suppl 2):S140-7. DOI: 10.3978/j.issn.2072-1439.2016.02.03. PMID: 26981264.

7. Zuo T, Gao Z, Chen Z, Wen B, Chen B, Zhang Z. Surgical Management of 48 Patients with Retrosternal Goiter and Tracheal Stenosis: A Retrospective Clinical Study from a Single Surgical Center. Med Sci Monit. 2022;28:e936637. DOI: 10.12659/MSM.936637. PMID: 35949114.

8. Aydogmus U, Kis A, Ugurlu E, Ozturk G. Superior Strategy in Benign Tracheal Stenosis Treatment: Surgery or Endoscopy? Thorac Cardiovasc Surg. 2021 Dec;69(8):756-63. DOI: 10.1055/s-0040-1715435. PMID: 32886930.

9. Song Y, Zhou L, Miao F, Chen G, Zhu Y, Gao X, et al. Increased frequency of thymic T follicular helper cells in myasthenia gravis patients with thymoma. J Thorac Dis. 2016;8(3): 314-22. DOI: 10.21037/jtd.2016.03.03. PMID: 27076925.

10. Freitas C, Martins N, Novais-Bastos H, Morais A, Fernandes G, Magalhães A. The role of interventional bronchoscopy in the management of post-intubation tracheal stenosis: A 20-year experience. Pulmonology. 2021;27(4):296-304. DOI: 10.1016/j.pulmoe.2019.12.004. PMID: 31901372.

11. Liu J, Wu W, Liu S, Xu Z, Wang J, Li B. A Modified Tracheal Transaction Approach for the Repair of Nonmalignant Tracheoesophageal Fistulas: A Report of 5 Cases. ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec. 2017;79(3):147-52. DOI: 10.1159/000468943. PMID: 28391268.

12. McEnery JT. Surgical management of tracheal stenosis. Ann Surg. 1974;179(5):819-24. DOI: 10.1097/00000658-197405000-00039. PMID: 4823854.

ISSN print 2414-4517, ISSN online 2710-1487, https://ecm.knmu.edu.ua, ecm.journal@knmu.edu.ua

13. Naqvi M, Muniappan A, Modest V, Mathisen DJ, Madapu M, Bryant A, Kaimal A. Tracheal Resection for Symptomatic Tracheal Stenosis During Pregnancy. Ann Thorac Surg. 2016;101(4):1589-91. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2015.05.134. PMID: 27000585.

Boiko V.V., Krytsak V.V., Sochnieva A.L., Tkachenko V.V.

SURGICAL TREATMENT OF LONG SCARRED TRACHEAL STRICTURES

This article presents the treatment outcomes of 72 patients with extensive cicatricial tracheal stenosis that developed following prolonged intubation or tracheostomy, primarily due to severe multiple trauma, comatose states, and extended mechanical ventilation. A comprehensive diagnostic approach was applied, including clinical, radiological, functional (spirometry), endoscopic examinations, and multislice computed tomography, which enabled determination of the location, duration, severity of stenosis, and associated pulmonary changes. The main clinical manifestation was progressive respiratory distress, ranging from exertional dyspnea to stridor. Radical surgical intervention – circular tracheal resection with end-to-end anastomosis – was performed in 67 patients. The choice of anastomosis type (tracheotracheal, laryngotracheal, or laryngotracheal with extended resection) depended on the level of stenosis. Surgeries were carried out via cervical access or in combination with upper sternotomy. Particular attention was paid to postoperative prevention of complications, including airway sanitation, intubation technique, head positioning, antibiotic therapy, inhalation, and bronchoscopic support. The complication rate was less than 5.0 %, and mortality was 1.3 %. The majority of patients (94.5 %) were discharged with good clinical outcomes. The findings confirm the effectiveness of timely surgical treatment of cicatricial tracheal stenosis as the only radical method for restoring airway patency. However, in cases of severe comorbidities, significant somatic weakness, or a high risk of reintubation, a delay or modification of the surgical approach may be warranted to optimize patient safety. Early surgical intervention is crucial for optimal outcomes, but requires careful patient selection and preoperative optimization to minimize risks.

Keywords: *cicatricial tracheal stenosis, surgical treatment, circular tracheal resection.*

Надійшла до редакції: 29.04.2025
Прийнята до опублікування: 26.06.2025
Опублікована: 30.06.2025

Відомості про авторів

Бойко Валерій Володимирович – доктор медичних наук, Академік НАМН України, професор, завідувач кафедри хірургії № 1 Харківського національного медичного університету, Директор ДУ «Інститут загальної та невідкладної хірургії ім. В.Т. Зайцева НАМН України», Україна.

Поштова адреса: Україна, 61174, м. Харків, пр. Перемоги, 72А, кв. 8.

E-mail: igusurg@ukr.net

ORCID: 0000-0002-9274-2153.

Кріцак Василь Васильович – кандидат медичних наук, в.о. завідувача кафедри загальної хірургії та топографічної анатомії Навчально-наукового медичного інституту Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», Україна.

Поштова адреса: Україна, 61070, м. Харків, вул. Дача 55, б. 21, кв. 104.

E-mail: kritsakvv@gmail.com

ORCID: 0000-0002-3712-6235.

ISSN print 2414-4517, ISSN online 2710-1487, https://ecm.knmu.edu.ua, ecm.journal@knmu.edu.ua

Сочнєва Анастасія Львівна – кандидат медичних наук, доцент кафедри загальної хірургії та топографічної анатомії Навчально-наукового медичного інституту Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», Україна.

Поштова адреса: Україна, 61145, м. Харків, вул. Сухумська, 24, кв. 45-А.

E-mail: sochnevanastya@gmail.com

ORCID: 0000-0003-0106-5247.

Ткаченко Володимир Володимирович – кандидат медичних наук, медичний директор Університетської клініки Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна.

Поштова адреса: Україна, 61174, м. Харків, пр. Перемоги, 65, кв. 30.

E-mail: volodya55@yahoo.com

ORCID: 0009-0004-5194-4340.