

DOI: <https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2026-63-12>

УДК 004.65:004.72:378.147

Булатецька Леся Віталіївна, к. фіз.-мат. наук, доцент

<https://orcid.org/0000-0002-7202-826X>

Булатецький Віталій Вікторович, к. фіз.-мат. наук, доцент

<https://orcid.org/0000-0002-9883-4550>

Волинський національний університет імені Лесі Українки, м. Луцьк, Україна

ТЕХНІЧНІ АСПЕКТИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСТАНЦІЙНОГО ПРАКТИКУМУ З БАЗ ДАНИХ НА ОСНОВІ VPN-ТЕХНОЛОГІЙ ТА СИСТЕМ ВІРТУАЛІЗАЦІЇ

Булатецька Л.В., Булатецький В. В. Технічні аспекти забезпечення дистанційного практикуму з баз даних на основі VPN-технологій та систем віртуалізації. У статті розглянуто проблему організації практичної підготовки студентів IT-спеціальностей під час вивчення дисциплін циклу баз даних в умовах дистанційного навчання. Основною проблемою є суперечність між потребою використання повнофункціональних систем керування базами даних (зокрема Oracle Database) та обмеженими апаратними ресурсами клієнтських пристроїв здобувачів освіти. Запропоновано модель віддаленої лабораторії, що передбачає застосування VPN-шлюзу для безпечного доступу до внутрішніх серверних ресурсів закладу вищої освіти. Особливу увагу приділено виконанню завдань адміністрування СУБД, зокрема керуванню транзакціями, реплікації та налаштуванню міжбазових з'єднань, які потребують низькорівневого доступу до системного середовища. Обґрунтовано доцільність використання платформи віртуалізації Proxmox Virtual Environment для централізованого розгортання навчального сервера баз даних і керування ресурсами. Результати порівняльного аналізу демонструють переваги запропонованого підходу над локальними інсталяціями та хмарними сервісами за критеріями безпеки, повноти адміністративного доступу та оперативності контролю освітнього процесу.

Ключові слова: дистанційне навчання, Oracle Database, VPN-шлюз, Proxmox VE, віртуалізація, адміністрування баз даних, віддалена лабораторія, LXC-контейнери.

Bulatetska L., Bulatetskyi V. Technical Aspects of Providing a Remote Database Practicum Based on VPN Technologies and Virtualization Systems. The article explores the problem of organizing practical training for IT students during the study of database-related disciplines in a distance learning environment. The primary issue identified is the contradiction between the necessity of using full-featured database management systems (specifically Oracle Database) and the limited hardware resources of students' client devices. A remote laboratory model is proposed, which involves the use of a VPN gateway to provide secure access to the internal server resources of a higher education institution. Particular attention is paid to the execution of DBMS administration tasks, including transaction management, replication, and configuration of cross-database connections, all of which require low-level access to the system environment. The study substantiates the feasibility of using the Proxmox Virtual Environment virtualization platform for centralized deployment of the educational database server and resource management. The results of a comparative analysis demonstrate the advantages of the proposed approach over local installations and cloud services based on the criteria of security, completeness of administrative access, and efficiency of educational process monitoring.

Keywords: distance learning, Oracle Database, VPN gateway, Proxmox VE, virtualization, database administration, remote laboratory, LXC containers.

Постановка наукової проблеми. Сучасний етап розвитку освіти характеризується активним впровадженням дистанційних і змішаних форм навчання, що зумовлено як загальносвітовими тенденціями цифровізації, так і потребою забезпечення безперервності освітнього процесу в умовах обмеженого доступу до аудиторної роботи [1]. Особливої актуальності це набуває під час підготовки фахівців у галузі інформаційних технологій, де значна частина навчальних результатів досягається саме в процесі виконання практичних і лабораторних робіт. Серед таких освітніх компонентів важливе місце посідають дисципліни, пов'язані з вивченням баз даних, оскільки формування компетентностей у проєктуванні схем даних, написанні SQL-запитів і забезпеченні цілісності інформації неможливе без систематичної практичної діяльності здобувачів освіти. Організація лабораторних робіт з баз даних в дистанційному режимі вимагає комплексного підходу, щоб забезпечити ефективне та якісне вивчення матеріалу, що включає вибір платформ та інструментів, які забезпечать стабільну і безпечну роботу з базами даних [2].

Однією з ключових проблем виконання лабораторних робіт з баз даних у дистанційному форматі є обмежений доступ здобувачів освіти до необхідних ресурсів і програмного забезпечення. Під час виконання практичних завдань вони можуть стикатися з труднощами використання спеціалізованих інструментів і середовищ, зокрема систем керування базами даних. Використання локально встановлених СУБД на персональних комп'ютерах здобувачів ускладнює адміністрування навчального процесу, спричиняє розбіжності в конфігураціях і версіях програмного забезпечення, а також знижує об'єктивність оцінювання результатів.

Окрему складність становить сам процес інсталяції та налаштування СУБД, який часто є нетривіальним для здобувачів, особливо за відсутності безпосередньої підтримки викладача, а

також потребує значних апаратних ресурсів, що створює нерівні умови навчання для здобувачів із різними технічними можливостями. Водночас локальна інсталяція не дає змоги повноцінно відпрацювати сценарії відмови мережі або взаємодії між серверами, тоді як хмарні рішення, навпаки, приховують від користувача більшість адміністративних функцій (керування табличними просторами, файлами даних тощо). У сукупності ці фактори негативно впливають на якість виконання лабораторних робіт і зумовлюють необхідність пошуку централізованих рішень для організації практикуму.

Метою роботи є аналіз особливостей організації виконання лабораторних робіт з баз даних у дистанційному форматі та визначення ефективних підходів до їх проведення, контролю і оцінювання результатів навчання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У наукових працях, присвячених організації практичної підготовки в умовах дистанційного навчання, значну увагу приділено гейміфікованим підходам, зокрема використанню дистанційних освітніх квест-кімнат (escape rooms) під час вивчення дисциплін інформаційного спрямування. У роботі [3] показано, що застосування такого формату у навчанні баз даних дає змогу масштабувати активність на велику кількість здобувачів і забезпечує гнучкість виконання завдань завдяки асинхронній взаємодії. Додатковою перевагою є використання спеціалізованих платформ (наприклад, Escapp), які реалізують автоматизовані підказки та поетапний контроль виконання запитів, що частково компенсує відсутність постійного безпосереднього супроводу викладача [4].

Водночас аналіз роботи авторів [5] підтверджує загальну ефективність освітніх квест-кімнат, проте вказує, що дистанційні формати можуть забезпечувати дещо нижчий рівень навчальних досягнень порівняно з аудиторною роботою. Це свідчить про те, що ігрові методики підвищують мотивацію та залученість здобувачів, але не повністю вирішують проблему формування стійких практичних навичок роботи із системами керування базами даних. На необхідності цілісного проектування навчального середовища також наголошують автори роботи [6], підкреслюючи важливість узгодженості сценарію, логіки завдань і навчальних цілей.

Паралельно з гейміфікацією, значна увага в літературі приділяється створенню та використанню хмарних інфраструктур. Платформа LiveDataLab, представлена в роботі [7], демонструє можливості масштабування навчання через автоматизоване оцінювання та використання реальних великих наборів даних. Аналогічно, автори роботи [8] обґрунтовують доцільність використання віртуальних комп'ютерних лабораторій для курсів з бізнес-аналітики, де студенти можуть віддалено працювати зі сховищами даних та SQL-запитами, не потребуючи потужних власних пристроїв.

Отже, проаналізовані дослідження демонструють ефективність інтерактивних та гейміфікованих методів для активізації навчання, однак вони не забезпечують повною мірою відтворення умов реальної роботи з базами даних. Це актуалізує пошук підходів, які поєднують педагогічну інтерактивність із доступом до уніфікованого програмного середовища, зокрема використання віддалених серверів баз даних із контрольованим доступом.

Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження. Організація лабораторних робіт з баз даних у дистанційному форматі висуває підвищені вимоги до технічної підготовки науково-педагогічних працівників і створює суперечність між необхідністю використання повнофункціональних інструментальних середовищ і обмеженими можливостями клієнтських пристроїв здобувачів освіти. У зв'язку з цим виникає потреба у комплексному підході до організації практикуму, що поєднує використання стабільних онлайн-платформ навчання із забезпеченням безпечного віддаленого доступу до серверних ресурсів університетської лабораторії. Такий підхід дає змогу відтворити умови аудиторної роботи та зберегти якість практичної підготовки фахівців галузі інформаційних технологій.

Особливо це актуально для лабораторних робіт, виконання яких потребує взаємодії з реальним сервером баз даних. Зокрема, під час вивчення адміністрування СУБД критично важливим є виконання завдань, пов'язаних із дослідженням транзакцій, керуванням табличними просторами, роботою із секціонованими таблицями, налаштуванням міжбазових з'єднань та організацією односпрямованої реплікації. Такі операції потребують низькорівневого доступу до параметрів сервера, що практично неможливо повноцінно реалізувати у спрощених локальних або емуляційних середовищах.

Саме для подолання цих викликів дистанційного навчання та забезпечення можливості виконання складних завдань по адмініструванню баз даних, у Волинському національному

університеті імені Лесі Українки було впроваджено модель віддаленої лабораторії на основі технології VPN (Virtual Private Network). Основним компонентом інфраструктури є виділений сервер баз даних Oracle (Oracle Database 18c Express Edition), розміщений у локальній мережі університету. З огляду на те, що прямий доступ до внутрішніх ресурсів із глобальної мережі зазвичай обмежений політиками безпеки, доступ здобувачів організовується через спеціалізований VPN-шлюз (рис. 1).

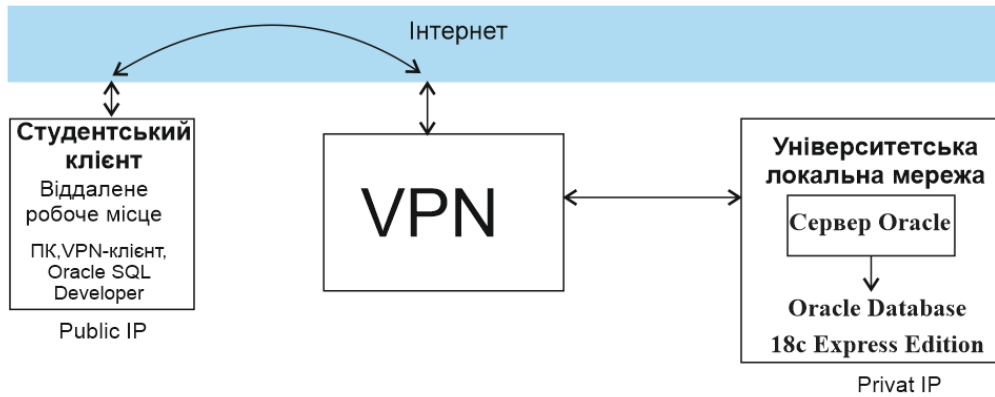


Рис. 1. Архітектура віддаленого доступу до сервера Oracle Database через VPN-шлюз.

З технічного погляду, якщо підключення в межах локальної мережі не викликає труднощів, то для віддалених користувачів оптимальним рішенням стає саме з'єднання в межах віртуальної приватної мережі. Проте найлогічнішим вирішенням проблеми віддаленого підключення до нього може слугувати з'єднання в межах VPN-мережі. Існує варіант використання онлайн сервісів, які забезпечують VPN-з'єднання як для сервера так і для клієнтів, наприклад Hamachi [9], або OpenVPN [10] на базі яких можна сформувати власну мережу. Створення такої мережі вимагає знань в області мережевих технологій, швидкість таких мереж є обмеженою, окремі послуги сервісу можуть бути платними. Іншим способом – є використання існуючого VPN-сервера. Наприклад на реальному сервері кафедри комп'ютерних наук та кібербезпеки Волинського національного університету імені Лесі Українки, розгорнуто VPN-сервер з публічною IP-адресою на базі Windows Server, як роль «Маршрутизація та віддалений доступ».

Такий VPN-сервер використовується як посередник між сервером баз даних і клієнтами. Від здобувачів освіти вимагається лише створити та активувати VPN-з'єднання в операційній системі, після чого вони отримують можливість працювати із сервером баз даних у захищеній мережі. Сам сервер може бути підключений до віртуальної мережі шляхом створення аналогічного VPN-з'єднання на машині, де розгорнуто СУБД, або фізично розміщений у пулі приватних IP-адрес VPN-сервера через один із його мережевих інтерфейсів. Саме такий підхід реалізовано на кафедрі комп'ютерних наук та кібербезпеки Волинського національного університету імені Лесі Українки.

У першому випадку перед початком роботи здобувачам необхідно повідомити IP-адресу сервера у приватній мережі, яку можна визначити за допомогою команди ipconfig (рис. 2), у другому – використовується та сама адреса, що й під час роботи в локальній мережі [11–13].

Дослідження показали, що при використанні VPN затримка при виконанні складних SQL-запитів зростає лише на 10-15%, що є прийнятним для навчальних цілей.

```
PPP adapter scs:
Connection-specific DNS Suffix . :
Description . . . . . : scs
Physical Address. . . . . :
DHCP Enabled. . . . . : No
Autoconfiguration Enabled . . . : Yes
IPv4 Address. . . . . → : 192.168.194.236(Preferred)
Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.255
Default Gateway . . . . . :
NetBIOS over Tcpip. . . . . : Enabled
```

Рис.2. Приклад отримання адреси сервера баз даних для повідомлення віддаленим клієнтам.

В табл.1 подано порівняльний аналіз середовищ виконання практичних завдань в умовах дистанційного навчання. Аналіз даних табл. 1 свідчить, що розгортання віддаленої лабораторії через VPN-шлюз є збалансованим рішенням. Запропонований підхід забезпечує повнофункціональне вивчення процесів адміністрування, що часто обмежено у хмарних сервісах, та усуває залежність від надмірних апаратних потужностей здобувачів, притаманних локальній інсталяції, гарантуючи при цьому високу захищеність університетської мережі

Таблиця 1.

**Порівняльний аналіз середовищ виконання практичних завдань в умовах
дистанційного навчання**

Критерій порівняння	Локальна інсталяція Oracle Database 18c Express Edition (на ПК здобувача)	Хмарні сервіси (DBaaS, Oracle Cloud)	Віддалена лабораторія через VPN (ВНУ ім. Лесі Українки)
Вимоги до пристрою здобувача	Високі (RAM 8GB+, SSD 15GB+)	Мінімальні (браузер)	Середні (наявність VPN-клієнта)
Доступ до адміністрування	Повний (локальний)	Обмежений (рівень сервісу)	Повний (рівень ОС та СУБД)
Складність налаштування	Висока (часті помилки інсталяції)	Низька	Середня (одноразове налаштування з'єднання)
Моделювання мережевих задач	Неможливо (один вузол)	Складно/Платно	Високе (реплікація, dblink)
Контроль викладача	Тільки за звітністю	Можливий через адмін-панель	Прямий (можливість підключення до сесії студента)
Безпека даних	Відсутня	Залежить від провайдера	Висока (університетський файрвол та шифрування VPN)

Разом із тим, застосування єдиного фізичного сервера баз даних, доступ до якого здійснюється через VPN-з'єднання, хоча й забезпечує необхідний рівень функціональності та контролю, має обмеження щодо масштабованості, ізоляції навчальних середовищ і гнучкості керування ресурсами. Тому доцільним є розгляд альтернативної моделі організації віддаленої лабораторії, що ґрунтується на використанні технологій віртуалізації.

Одним із ефективних рішень у цьому напрямі є застосування систем віртуалізації, зокрема платформи Proxmox Virtual Environment. Вона дасть змогу централізовано розгорнути сервер баз даних і гнучко керувати обчислювальними ресурсами шляхом використання віртуальної машини або контейнера LXC (Linux Containers). Ізольоване середовище дозволить здобувачам працювати з єдиним навчальним сервером баз даних, не впливаючи на стабільність хостової системи, що є важливим під час вивчення налаштувань СУБД та основ системного адміністрування.

Використання віртуалізації забезпечить ефективне використання апаратного забезпечення закладу вищої освіти та спростить адміністрування навчальної інфраструктури. Централізоване розміщення сервера дасть змогу контролювати доступ, підтримувати однакові умови виконання лабораторних робіт для всіх здобувачів і швидко відновлювати робоче середовище за допомогою механізмів створення знімків (snapshots) і резервного копіювання.

Висновки та перспективи подальших досліджень. У ході дослідження особливостей організації виконання лабораторних робіт із баз даних у дистанційному форматі виявлено низку критичних аспектів, що безпосередньо впливають на якість освітнього процесу. Ключовим викликом визначено необхідність забезпечення здобувачів доступом до повнофункціональних інструментальних середовищ, що часто є неможливим при використанні власних пристроїв через обмеженість апаратних ресурсів або складність інсталяції специфічного програмного забезпечення.

На основі досвіду впровадження цифрових технологій на кафедрі комп'ютерних наук та кібербезпеки встановлено, що найбільш раціональним підходом є використання віддаленої серверної інфраструктури. Зокрема, для робіт, що потребують розширеного адміністрування (керування транзакціями, секціонування, реплікація даних), успішно апробовано модель доступу через VPN-сервер на базі Windows Server (роль «Маршрутизація та віддалений доступ»). Це дозволило уніфікувати апаратно-програмну конфігурацію для всіх учасників освітнього процесу,

забезпечивши захищену роботу з реальним сервером баз даних у межах віртуальної приватної мережі.

Важливим етапом модернізації цієї моделі є інтеграція систем віртуалізації на базі платформи Proxmox Virtual Environment. Використання повноцінних віртуальних машин у поєднанні з легковажними контейнерами LXC дозволить централізовано керувати обчислювальними ресурсами. Такий підхід гарантує стабільність хостової системи університету та надає можливість швидкого відновлення робочих середовищ за допомогою механізмів знімків (snapshots).

Таким чином, запропонована методика, що поєднує VPN-технології та віртуалізацію Proxmox, дозволить мінімізувати проблему технічної несумісності пристроїв здобувачів, гарантує відтворюваність результатів досліджень та створює умови для гнучкого й безпечного вивчення складних аспектів адміністрування сучасних СУБД.

Список бібліографічного опису

1. Сидоренко Т.М., Петькун С.М., Новак О.М. Дистанційна освіта: проблеми та перспективи. *Інноваційна педагогіка*. 2021р, № 35. С. 45-48. DOI: <https://doi.org/10.32843/2663-6085/2021/35.8>.
2. Красніков І. Л., Бабіченко А. К., Снурніков Д. В. Загальна характеристика та вибір системи управління базами даних в умовах дистанційного навчання. *Інтегровані технології та енергозбереження*. 2023. №. 4. С. 58–66. DOI: <https://doi.org/10.20998/2078-5364.2023.4.06>.
3. Empowering Database Learning through Remote Educational Escape Rooms / E. Barra, S. López-Pernas, A. Gordillo, A. Pozo, A. Muñoz-Arcenales, J. Conde. *IEEE Internet Computing*. 2024. Vol. 28, Issue 1. P. 18–25. DOI: <https://doi.org/10.1109/MIC.2023.3333199>.
4. Escapp: A Web Platform for Conducting Educational Escape Rooms / S. Lopez-Pernas et al. *IEEE Access*. 2021. Vol. 9. P. 38062–38077. DOI: <https://doi.org/10.1109/access.2021.3063711>.
5. López-Pernas S. Educational Escape Rooms Are Effective Learning Activities Across Educational Levels and Contexts: A Meta-Analysis. *IEEE Transactions on Learning Technologies*. Vol. 17. 2023. P. 711–724. DOI: <https://doi.org/10.1109/tlt.2023.3328913>.
6. Nicholson S. Ask Why: Creating a Better Player Experience Through Environmental Storytelling and Consistency in Escape Room Design : paper presented at Meaningful Play 2016 (Lansing, Michigan, 2016). URL: <http://scottnicholson.com/pubs/askwhy.pdf>
7. Green A., Zhai C. LiveDataLab: A Cloud-Based Platform to Facilitate Hands-on Data Science Education at Scale. *L@S '19: Proceedings of the Sixth (2019) ACM Conference on Learning @ Scale*. 2019. №. 51. P. 1–2. DOI: <https://doi.org/10.1145/3330430.3333665>.
8. Mtigwe B., Mutigwe C., Chikweche T. Using a Virtual Lab to Teach an Online Business Analytics Program. *Business Education Journal*. 2025. Vol. 9, No. 2. P. 156. URL: https://www.researchgate.net/publication/389673869_USING_A_VIRTUAL_LAB_TO_TEACH_AN_ONLINE_BUSINESS_ANALYTICS_PROGRAM
9. VPN.net – Hamachi by LogMeIn. *VPN.net – Hamachi by LogMeIn*. URL: <https://vpn.net/>.
10. Business VPN For Secure Networking | OpenVPN. *OpenVPN*. URL: <https://openvpn.net/>.
11. Налаштування VPN-клієнта в ОС Windows Server. *Tucha.ua*. URL: <https://tucha.ua/uk/blog/instructions/nalashtuvannya-vpn-klidenta-v-os-windows-server>.
12. VPN. *Вікіпедія серверів і хостингу*. URL: <https://vps.ua/wiki/ukr/install-linux-vps/vpn/>.
13. Робота з дому: як налаштувати VPN-з'єднання самостійно. *Malware Protection & Internet Security | ESET*. URL: <https://www.eset.com/ua/about/newsroom/blog/business-security/rabota-iz-doma-kak-nastroit-vpn-soyedineniye-samostoyatelno/>.

References

1. Sydorenko T. M., Petkun S. M., Novak O. M. Distance education: problems and prospects. *Innovate Pedagogy*. 2021. № 35. P. 45–48. DOI: <https://doi.org/10.32843/2663-6085/2021/35.8>.
2. Krasnikov I. L., Babichenko A. K., Snurnikov D. V. General characteristics and selection of a database management system in distance learning. *Integrated Technologies and Energy Saving*. 2023. №. 4. P. 58–66. DOI: <https://doi.org/10.20998/2078-5364.2023.4.06>.
3. Empowering Database Learning through Remote Educational Escape Rooms / E. Barra, S. López-Pernas, A. Gordillo, A. Pozo, A. Muñoz-Arcenales, J. Conde. *IEEE Internet Computing*. 2024. Vol. 28, Issue 1. P. 18–25. DOI: <https://doi.org/10.1109/MIC.2023.3333199>.
4. Escapp: A Web Platform for Conducting Educational Escape Rooms / S. Lopez-Pernas et al. *IEEE Access*. 2021. Vol. 9. P. 38062–38077. URL: <https://doi.org/10.1109/access.2021.3063711>.
5. López-Pernas S. Educational Escape Rooms Are Effective Learning Activities Across Educational Levels and Contexts: A Meta-Analysis. *IEEE Transactions on Learning Technologies*. 2023. P. 1–18. URL: <https://doi.org/10.1109/tlt.2023.3328913>.
6. Nicholson S. Ask Why: Creating a Better Player Experience Through Environmental Storytelling and Consistency in Escape Room Design : paper presented at Meaningful Play 2016 (Lansing, Michigan, 2016). URL: <http://scottnicholson.com/pubs/askwhy.pdf>

7. Green A., Zhai C. LiveDataLab: A Cloud-Based Platform to Facilitate Hands-on Data Science Education at Scale. *L@S '19: Proceedings of the Sixth (2019) ACM Conference on Learning @ Scale*. 2019. №. 51. P. 1–2. DOI: <https://doi.org/10.1145/3330430.3333665>.
14. Mtigwe B., Mutigwe C., Chikweche T. Using a Virtual Lab to Teach an Online Business Analytics Program. *Business Education Journal*. 2025. Vol. 9, No. 2. P. 156. URL: https://www.researchgate.net/publication/389673869_USING_A_VIRTUAL_LAB_TO_TEACH_AN_ONLINE_BUSINESS_ANALYTICS_PROGRAM.
8. VPN.net – Hamachi by LogMeIn. *VPN.net – Hamachi by LogMeIn*. URL: <https://vpn.net/>.
9. Business VPN For Secure Networking | OpenVPN. *OpenVPN*. URL: <https://openvpn.net/>.
10. Nalashtuvannia VPN-klienta v OS Windows Server [Configuring a VPN client in Windows Server OS]. (2023). Tucha.ua. <https://tucha.ua/uk/blog/instructions/nalashtuvannya-vpn-klienta-v-os-windows-server>.
11. VPN [VPN]. (2023). Vikipediia serveriv i khostynhu [Wikipedia of servers and hosting]. <https://vps.ua/wiki/ukr/install-linux-vps/vpn/>.
12. Robota z domu: yak nalashtuvaty VPN-ziednannia samiistino [Working from home: how to set up a VPN connection yourself]. (2023). Malware Protection & Internet Security | ESET. <https://www.eset.com/ua/about/newsroom/blog/business-security/rabota-iz-doma-kak-nastroit-vpn-soyedineniye-samostoyatelno/>

Історія статті:

Отримано: 31.03.2026 Доопрацьовано: 18.05.2026 Прийнято до друку: 23.05.2026 Опубліковано: 29.05.2026