

КРИТЕРІЇ ТА ПОКАЗНИКИ СФОРМОВАНОСТІ РЕЗУЛЬТАТІВ STEM-НАВЧАННЯ МАЙБУТНІХ ІТ-ФАХІВЦІВ У ЗАКЛАДАХ ФАХОВОЇ ПЕРЕДВИЩОЇ ОСВІТИ

CRITERIA AND INDICATORS OF THE FORMATION OF STEM LEARNING OUTCOMES FOR FUTURE IT SPECIALISTS IN INSTITUTIONS OF PROFESSIONAL PRE-HIGHER EDUCATION

У статті визначено критерії та показники оцінювання результатів STEM-навчання майбутніх ІТ-фахівців у закладах фахової передвищої освіти. Актуальність дослідження зумовлена потребою узгодження професійної підготовки фахових молодших бакалаврів ІТ-галузі з вимогами цифрової економіки, ринку праці та концепції STEM-освіти, що орієнтована на інтеграцію знань, міждисциплінарність і практичну спрямованість навчання.

Проаналізовано сучасні наукові підходи до визначення результатів професійної підготовки ІТ-фахівців, зокрема у контексті STEM-орієнтованого навчання. Виявлено, що більшість досліджень зосереджуються на компетентнісному підході, однак питання діагностики рівнів сформованості результатів STEM-навчання у здобувачів фахової передвищої освіти залишається недостатньо розробленим. Це зумовлює необхідність виокремлення чітких критеріїв і показників, які дозволяють комплексно оцінювати освітні результати майбутніх ІТ-фахівців. У межах дослідження визначено та обґрунтовано такі критерії сформованості результатів STEM-навчання: ціннісно-мотиваційний, когнітивний, креативно-діяльний та рефлексивно-оцінний. Для кожного критерію запропоновано систему показників, що відображають рівень сформованості професійних знань, умінь, навичок, мотивації до STEM-діяльності та здатності до самооцінювання результатів навчання. Запропонована система критеріїв і показників може бути використана для педагогічної діагностики, моніторингу якості підготовки майбутніх ІТ-фахівців та вдосконалення освітнього процесу у закладах фахової передвищої освіти.

Ключові слова: STEM-навчання, фахова передвища освіта, майбутні ІТ-фахівці, критерії, показники, результати навчання.

The article defines criteria and indicators for evaluating the results of STEM training of future IT specialists in institutions of professional pre-higher education. The relevance of the study is due to the need to develop professional training of junior bachelors in the IT industry with the requirements of the digital economy, the labor market and the concept of STEM education, which is focused on the integration of knowledge, interdisciplinarity and practical orientation of training.

Modern scientific approaches to determining the results of professional training of IT specialists, in particular in the context of STEM-oriented training, have been analyzed. It has been found that most studies focus on the competency approach, however, the issue of diagnosing the levels of formation of STEM training results in applicants for professional pre-higher education remains insufficiently developed. This necessitates the identification of clear criteria and indicators that allow for a comprehensive assessment of the educational results of future IT specialists.

The following criteria for the formation of STEM training results have been identified and substantiated within the framework of the study: value-motivational, cognitive, creative-activity and reflective-evaluative. For each criterion, a system of indicators has been proposed that reflect the level of formation of professional knowledge, skills, abilities, motivation for STEM activities and the ability to self-assess learning results. The proposed system of criteria and indicators can be used for pedagogical diagnostics, monitoring the quality of training of future IT specialists, and improving the educational process in institutions of professional pre-higher education.

Key words: STEM education, professional pre-higher education, future IT specialists, criteria, indicators, learning outcomes.

УДК 378

DOI <https://doi.org/10.32782/ip/92.2.21>

Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0



Мисюк О.Ю.,

orcid.org/0009-0009-1632-8485

асистент кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій Житомирського державного університету імені Івана Франка

Постова С.А.,

orcid.org/0000-0002-0864-6290

канд. пед. наук, декан фізико-математичного факультету, доцент кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій Житомирського державного університету імені Івана Франка

Постановка проблеми. Сучасний рівень інформатизації суспільства зумовлює підвищені вимоги до професійної підготовки ІТ-фахівців, зокрема у закладах фахової передвищої освіти, які забезпечують підготовку значної частини практикоорієнтованих кадрів для цифрової економіки. Впровадження STEM-навчання у професійну підготовку майбутніх ІТ-фахівців є одним із ключових напрямів вдосконалення освітнього процесу, оскільки воно сприяє інтеграції теоретичних знань і практичних умінь, розвитку технічного мислення та здатності до розв'язання прикладних професійних завдань.

Водночас ефективність STEM-навчання значною мірою залежить від наявності обґрунтованої

системи оцінювання результатів навчання, оскільки відсутність чітко визначених критеріїв і показників сформованості результатів STEM-навчання ускладнює педагогічну діагностику та не дозволяє об'єктивно оцінити рівень професійної підготовки майбутніх ІТ-фахівців.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблеми впровадження STEM-освіти у професійну підготовку здобувачів освіти висвітлено у працях українських (В. Вишківська, Н. Морзе, Н. Балик, О. Барна, та ін.) і зарубіжних науковців (М. Borrego, J. Confrey, M. Harrison, H. Jang, D. Langdon, B. Means, E. Peters-Burton, M. Sanders, J. Tarnoff), які акцентують увагу на інтеграції природничо-математичних і технологічних дисциплін

[1, с. 27; 3]. формуванні компетентностей XXI століття та розвитку практичних навичок [8, с. 285]. Зокрема дослідники підкреслюють значення STEM-підходу для підготовки IT-фахівців, здатних до міждисциплінарної взаємодії та інноваційної діяльності [4, с. 140].

Водночас аналіз наукових джерел засвідчує, що питання визначення критеріїв і показників результатів STEM-навчання у закладах фахової передвищої освіти залишаються недостатньо систематизованими. Більшість наявних підходів орієнтовані на загальну середню або вищу освіту, що зумовлює потребу адаптації їх до специфіки підготовки фахових молодших бакалаврів IT-галузі.

Виділення невирішених раніше частин проблеми. Невирішеним залишається питання розроблення комплексної системи критеріїв і показників, яка б урахувала особливості STEM-навчання майбутніх IT-фахівців у закладах фахової передвищої освіти та давала можливість здійснювати об'єктивну оцінку результатів їхньої професійної підготовки.

Мета статті. Метою статті є визначення та обґрунтування критеріїв і показників сформованості результатів STEM-навчання майбутніх IT-фахівців у закладах фахової передвищої освіти.

Виклад основного матеріалу дослідження. STEM-навчання у закладах фахової передвищої освіти передбачає наявність цілісної педагогічної системи, що спрямована на формування у майбутніх IT-фахівців професійних компетентностей, необхідних для ефективної діяльності в умовах глобальної цифровізації суспільства. Особливістю підготовки фахових молодших бакалаврів є її практикоорієнтований характер, що зумовлює необхідність поєднання теоретичної підготовки з виконанням прикладних завдань, проєктною діяльністю та використанням міждисциплінарних зв'язків.

У контексті STEM-навчання результати освітньої діяльності майбутніх IT-фахівців доцільно розглядати як інтегрований показник сформованості знань, умінь, навичок, ціннісних орієнтацій та здатності до самостійного розв'язання професійних завдань [3, с. 173]. Це зумовлює необхідність розроблення системи критеріїв і показників, які б забезпечували комплексну оцінку рівня підготовки здобувачів фахової передвищої освіти.

Богатирьова Г., Пенькова О. та ін. займаються питаннями розробки інструментів для оцінювання якості навчання та рівня здобуття STEM-компетентностей [2, с. 50; 6].

Пилипенко О. виокремлює чотири структурні компоненти критеріїв оцінки результатів STEM навчання: ціннісно-мотиваційний, когнітивний, креативно-діяльнісний та рефлексивний [7, с. 111-112]. Адапуємо вказані компоненти до нашого дослідження (рис. 1) та розглянемо такі складові.



Рис. 1. Складові критерії оцінки результатів Stem навчання майбутніх IT фахівців

Ціннісно-мотиваційний компонент критерію відображає внутрішню готовність майбутніх IT-фахівців до опанування STEM-орієнтованого змісту навчання та їхнє усвідомлення значущості міждисциплінарних знань для професійного становлення. У межах цього критерію важливим є формування позитивного ставлення до STEM-навчання, інтересу до технічних і технологічних дисциплін, а також орієнтації на постійний професійний розвиток. Показниками ціннісно-мотиваційного критерію є: стійкий інтерес до STEM-дисциплін; усвідомлення ролі STEM-компетентностей у майбутній професійній діяльності; готовність брати участь у STEM-проєктах та дослідницькій діяльності; прагнення до самореалізації в IT-сфері. Сформованість зазначених показників свідчить про наявність внутрішньої мотивації до навчання та професійного зростання. Внутрішня готовність відіграє критичну роль. П. Малежик наголошує, що стійка мотивація підтримує пізнавальну активність студентів на високому рівні і перетворює зовнішню регуляцію (вимоги навчальної програми чи викладача) на саморегуляцію. Стійкий науково-пізнавальний мотив сприяє тому, що майбутній IT-фахівець перестає відчувати потребу в зовнішніх стимулах, а рівень його самостійності в опануванні технологій стає достатньо високим [5, с. 47].

Когнітивний критерій характеризує рівень засвоєння майбутніми IT-фахівцями теоретичних знань, необхідних для реалізації STEM-підходу в професійній діяльності. Йдеться не лише про обсяг знань з окремих дисциплін, а й про здатність інтегрувати знання з інформатики, математики, технологій та інженерії для розв'язання комплексних практичних завдань. До показників когнітивного критерію належать: системність і ґрунтовність професійних знань; розуміння принципів STEM-навчання; здатність до міждисциплінарного аналізу; володіння базовими поняттями

програмування, алгоритмізації та цифрових технологій – цей показник є фундаментальною складовою обчислювального мислення (computational thinking), якій в свою чергу є одним з чотирьох базових типів мислення які формуються при впровадженні STEM-навчання. Сформований когнітивний компонент є підґрунтям для розвитку практичних умінь і навичок майбутніх IT-фахівців.

Креативно-діяльнісний критерій відображає рівень сформованості практичних умінь і навичок застосування STEM-підходів у процесі навчальної та професійної діяльності. Для фахової передвищої освіти цей критерій має особливе значення, оскільки саме практична підготовка є ключовим компонентом професійного становлення здобувачів освіти. Діяльнісний критерій: відображає готовність студента до самостійного застосування вже сформованих (зокрема математичних) знань, умінь, навичок і досвіду діяльності для успішного вирішення поставлених навчальних та професійних завдань. Креативний критерій: відображає спроможність особистості до постійного збільшення своїх знань, умінь і навичок творчої діяльності під час вирішення професійних завдань в умовах досягнення стійкого розвитку [7, с. 113].

Показниками креативно-діялісного критерію є: уміння застосовувати знання у процесі виконання практичних і лабораторних робіт; здатність розробляти та реалізовувати STEM-проекти; навички роботи з програмним забезпеченням і цифровими інструментами; уміння працювати в команді над розв'язанням професійних завдань. Реалізація цього критерію забезпечує формування готовності майбутніх IT-фахівців до реальної професійної діяльності.

Рефлексивно-оцінний критерій передбачає здатність здобувачів фахової передвищої освіти до аналізу та оцінювання власних освітніх досягнень у процесі STEM-навчання. Він спрямований на формування умінь самоконтролю, самооцінювання та корекції результатів професійної діяльності. Показниками цього критерію є: уміння здійснювати самооцінку результатів навчання; здатність виявляти помилки та визначати шляхи їх усунення; готовність до самовдосконалення; усвідомлення відповідальності за результати власної професійної підготовки [9]. Сформованість рефлексивно-оцінного компонента сприяє розвитку професійної автономності майбутніх IT-фахівців.

З метою об'єктивного оцінювання рівня сформованості результатів STEM-навчання майбутніх IT-фахівців у закладах фахової передвищої освіти доцільно застосовувати комплекс методів педагогічної діагностики, що відповідають визначеним критеріям і показникам. Використання різноманітних методів дозволяє отримати достовірні дані щодо освітніх досягнень здобувачів освіти та забезпечує цілісний підхід до оцінювання результатів навчання. Наукові підходи до діагностики

рівня сформованості результатів STEM-навчання майбутніх IT-фахівців базуються на переході від традиційних академічних метрик до комплексних систем оцінювання компетенцій, що включають інтелектуальний аналіз даних, демонстрацію практичного досвіду та психологічну готовність до кар'єри тощо. Зупинимось на визначенні рівнів сформованості кожного з критеріїв.

Для визначення рівня сформованості ціннісно-мотиваційного критерію доцільно використовувати методи анкетування, опитування та педагогічного спостереження. Анкетування дозволяє з'ясувати рівень зацікавленості здобувачів освіти у STEM-навчанні, їхнє ставлення до майбутньої професійної діяльності та готовність до участі у STEM-проектах. Педагогічне спостереження дає змогу виявити прояви навчальної активності, ініціативності та залученості здобувачів освіти до практичної діяльності.

Додатково можуть застосовуватися мотиваційні тести та методики самооцінювання, які сприяють виявленню внутрішніх мотивів навчання й професійного самовизначення майбутніх IT-фахівців.

Оцінювання когнітивного критерію здійснюється за допомогою тестових завдань, контрольних робіт, усних і письмових опитувань, а також аналізу результатів навчальної діяльності здобувачів освіти. Особливу увагу слід приділяти завданням інтегрованого характеру, які передбачають застосування знань з різних STEM-дисциплін.

Ефективним методом є також використання проблемних ситуацій і кейс-завдань, що дозволяють оцінити здатність майбутніх IT-фахівців до міждисциплінарного мислення, аналізу інформації та прийняття обґрунтованих рішень у професійних ситуаціях.

Для визначення рівня сформованості креативно-діялісного критерію застосовуються практичні та лабораторні роботи, виконання STEM-проектів, аналіз продуктів діяльності здобувачів освіти (програмні продукти, алгоритми, технічні розробки). Оцінювання здійснюється за заздалегідь визначеними показниками, що враховують якість виконання завдань, самостійність, креативність і здатність до командної роботи.

Метод експертної оцінки, до якого можуть залучатися викладачі фахових дисциплін, дозволяє підвищити об'єктивність результатів діагностики та забезпечити комплексний підхід до оцінювання практичної підготовки майбутніх IT-фахівців.

Рефлексивно-оцінний критерій діагностується за допомогою методів самоаналізу, рефлексивних щоденників, портфоліо здобувачів освіти та індивідуальних співбесід. Для практичного оцінювання цієї здатності у студентів фахових коледжів виділяють чотири рівні [7]:

– **Високий рівень:** здобувач уміє коректно оцінювати власні досягнення, наводити переконливі

аргументи щодо переваг та недоліків у своїй роботі та в роботі інших, відстоювати свою думку, обґрунтовувати висновки. Він самостійно помічає та виправляє власні помилки.

– **Достатній рівень:** студент не завжди коректно вміє оцінити власні досягнення, але здатен навести аргументи та відстоювати думку; власні помилки помічає та виправляє з допомогою викладача.

– **Середній рівень:** студент не вміє коректно оцінити досягнення, не може навести переконливі аргументи щодо переваг і недоліків, не може відстоювати свою думку чи обґрунтувати висновки; помилки не помічаються та не завжди виправляються.

– **Початковий рівень:** здобувач взагалі не здатний оцінити свої чи чужі досягнення, через що не помічає суттєвих недоліків у роботі.

Розширені критерії сформованості STEM-компетентностей студентів при вивченні ІТ дисциплін за компонентами і рівнями представлено у таблиці 1.

Застосування портфоліо дозволяє простежити динаміку професійного розвитку майбутніх ІТ-фахівців і оцінити рівень сформованості їхньої здатності до самоконтролю та самовдосконалення. Рефлексивні методи сприяють формуванню усвідомленого ставлення до результатів навчання та розвитку професійної відповідальності здобувачів фахової передвищої освіти.

Висновки та перспективи подальших досліджень. У результаті проведеного дослідження обґрунтовано систему критеріїв і показників сформованості результатів STEM-навчання майбутніх ІТ-фахівців у закладах фахової передвищої освіти, що враховує специфіку практикоорієнтованої підготовки фахових молодших бакалаврів та сучасні вимоги цифрового суспільства. Запропоновані мотиваційно-ціннісний, когнітивний, операційно-діяльнісний і рефлексивно-оцінний критерії забезпечують комплексний підхід до оцінювання освітніх результатів STEM-навчання.

Для кожного критерію визначено відповідні показники, які дозволяють здійснювати якісну та

Таблиця 1

Рівень	Ціннісно-мотиваційний	Когнітивний	Креативно-діяльнісний	Рефлексивно-оцінний
Високий (10-12 балів)	Чітко визначає терміни реалізації ІТ-проектів. Самостійно планує етапи розробки. Виявляє високу зацікавленість у створенні інноваційних цифрових продуктів, розуміє їхню практичну значущість для ринку чи суспільства.	Глибоко аналізує архітектуру систем. Досконало володіє професійним ПЗ (IDE, системи рендерингу, CASE-засоби). Використовує хмарні сервіси та сучасні мережеві ресурси. Виконує складні практичні кейси та тести з першого разу без помилок.	Самостійно формулює ТЗ (технічне завдання). Обирає оптимальні алгоритми та технологічний стек для вирішення завдань. Ефективно працює з технічною документацією та API. Володіє системним мисленням та методами гнучкої розробки (Agile/Scrum).	Об'єктивно оцінює якість коду або моделі. Наводить переконливі аргументи щодо вибору конкретних бібліотек чи фреймворків. Здатний до рефакторингу: самостійно знаходить «вузькі місця» та виправляє помилки (debugging).
Достатній (7-9 балів)	Визначає терміни реалізації завдань, але може потребувати уточнень. Планує діяльність за допомогою викладача. Розуміє важливість ІТ-рішень, але орієнтований переважно на стандартне виконання навчальних завдань.	Розуміє структуру даних та принципи роботи ПЗ. Знає та використовує базові інструменти розробки/моделювання. Тестові та практичні завдання виконує з незначною допомогою або з другої спроби. Припускається некритичних помилок у логіці.	Формулює мету за допомогою викладача. Використовує перевірені методи розробки, проте не завжди оптимальні. Працює з джерелами інформації, але відчуває труднощі при синтезі нових архітектурних рішень. Темп виконання завдань середній.	Не завжди може самостійно оцінити ефективність обраного алгоритму. Потребує підказки для обґрунтування переваг певного софту. Помічає та виправляє логічні або синтаксичні помилки за допомогою засобів автоматизації чи викладача.
Середній (4-6 балів)	Не може самостійно встановити дедлайни для етапів розробки. Виконує завдання лише за чітко визначеним графіком викладача, часто не в повному обсязі. Потребує постійної підтримки для планування архітектури чи функціоналу програми.	Тільки частково розуміє, як алгоритм пов'язаний із поставленим бізнес-завданням. Не має стійких навичок роботи в IDE або з інструментами моделювання (наприклад, Blender чи ArtCAM). У коді припускається грубих помилок; тести проходить повільно і з допомогою.	Має труднощі з формулюванням технічного завдання (ТЗ). Обирає інструменти розробки чи бібліотеки лише за прямою вказівкою викладача. Не вміє самостійно шукати рішення на Stack Overflow чи в документації. Темп написання коду низький.	Не може об'єктивно оцінити якість створеного цифрового продукту чи коду. Не здатний аргументувати вибір методів реалізації. Потребує значної допомоги для оформлення репозиторію чи презентації проекту. Помилки в логіці часто не помічає.

Початковий (0-3 бали)	Не розуміє необхідності планування розробки та не дотримується термінів. Виявляє слабку зацікавленість у вирішенні практичних ІТ-кейсів.	Не розуміє суті завдання та логіки роботи ПЗ. Використання комп'ютерних інструментів є хаотичним та неефективним. Практичні завдання не виконує навіть за відведений час, припускаючись критичних помилок.	Не може визначити підхід до вирішення задачі. Повністю залежний від допомоги у пошуку інформації. Логічне та алгоритмічне мислення практично не виявляється. Робота над завданням триває занадто довго	Не може оцінити результати своєї чи чужої роботи. Не помічає багів та суттєвих недоліків у коді. Не володіє навичками презентації результатів своєї діяльності.
-----------------------	--	--	--	---

кількісну оцінку рівня сформованості професійних знань, умінь, навичок, мотивації до STEM-діяльності та здатності до самооцінювання результатів навчання. На основі визначених критеріїв і показників виокремлено рівні сформованості результатів STEM-навчання (низький, середній, високий), що створює можливості для педагогічної діагностики та моніторингу динаміки професійного розвитку майбутніх ІТ-фахівців, обґрунтовано доцільність використання комплексу методів діагностики, зокрема анкетування, тестування, педагогічного спостереження, аналізу продуктів діяльності, експертної оцінки, портфоліо та рефлексивних методів.

Практичне значення результатів дослідження передбачає можливість використання запропонованої системи критеріїв, показників і методів діагностики в освітньому процесі коледжів для оцінювання якості підготовки майбутніх ІТ-фахівців, удосконалення змісту STEM-орієнтованого навчання та корекції педагогічних впливів.

Перспективи подальших наукових розвідок пов'язані з експериментальною перевіркою ефективності запропонованої системи в умовах реального освітнього процесу, розробленням педагогічних умов формування результатів STEM-навчання та створенням методичного забезпечення для різних спеціальностей ІТ-галузі у закладах фахової передвищої освіти.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Балик Н. Р., Шмигер Г. П. Підходи та особливості сучасної STEM-освіти. *Фізико-математична освіта* : зб. наук. праць. Суми : СумДПУ ім. А. С. Макаренка, 2017. Вип. 2, № 12. С. 26–30. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/fmo_2017_2_6 (дата звернення: 15.01.2026).
2. Богатирьова Г. А., Оверчук О. В. Інтеграція концепції STEM/STEAM-освіти в професійну підготовку майбутніх фахівців у сфері туризму і рекреації: можливість та виклики. *Професійна освіта: методологія, теорія та технології*. 2024. Вип. 19. С. 48–72. DOI: <https://doi.org/10.31470/2415-3729-2024-19-48-72> (дата звернення: 15.01.2026).

3. Вишківська В. Б. Розвиток професійної компетентності майбутніх фахівців шляхом педагогічного проектування культурно-освітнього середовища закладів вищої освіти. *Естетика і етика педагогічної дії*. 2018. Вип. 17. С. 172–180. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/eeepd_2018_17_17 (дата звернення: 15.01.2026).

4. Гриб'юк О. О., Юнчик В. Л. Розв'язування евристичних задач в контексті STEM-освіти з використанням системи динамічної математики GeoGebra. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми* : зб. наук. праць. Київ ; Вінниця : Планер, 2015. Вип. 27. С. 138–155.

5. Малєжик П. М. Структура мотиваційного компоненту навчально-пізнавальної діяльності майбутніх фахівців з комп'ютерних наук. *Вісник Черкаського університету. Серія «Педагогічні науки»*. 2018. № 7. С. 41–49.

6. Пенькова О. Г. Концепції STEM-освіти при підготовці студентів економічних спеціальностей. *кадемічні візії*. 2023. Вип. 17. URL: <https://academy-vision.org/index.php/av/article/view/1747/1631> (дата звернення: 15.01.2026).

7. Пилипенко О. С. Формування STEM-компетентностей студентів закладів фахової передвищої освіти у навчанні математики : дис. ... д-ра філософії : 011 Освітні, педагогічні науки. Кривий Ріг, 2023. 265 с. URL: <https://elibrary.kdpu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/8070/1/%D0%9F%D0%B8%D0%B%D0%B8%D0%BF%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE%D0%9E%D0%A1%20%D0%94%D0%B8%D1%81%D0%B5%D1%80%D1%82%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F.pdf> (дата звернення: 15.01.2026).

8. Jang H. Identifying 21st Century STEM Competencies Using Workplace Data. *Journal of Science Education and Technology*. 2015. Vol. 25, no. 2. P. 284–301. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10956-015-9593-1> (дата звернення: 15.01.2026).

9. Pylypenko O. S., Kramarenko T. H. Structural and functional model of formation of STEM-competencies of students of professional higher education institutions in mathematics teaching. *Journal of Physics: Conference Series*. 2024. Vol. 2871. P. 012004. DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2871/1/012004> (дата звернення: 15.01.2026).

Дата першого надходження статті до видання: 27.02.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 27.03.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 20.04.2026