УДК 81 '243:378

https://doi.org/10.52058/2786-4952-2025-10(56)-742-750

**Міненко Олеся Василівна** кандидат філологічних наук, доцент, доцент кафедри мовної підготовки, Національний університет цивільного захисту України, м. Черкаси, http://orcid.org/0000-0002-6674-4075

**Крічкер Ольга Юхимівна** кандидат історичних наук, старший викладач кафедри мовної підготовки, Національний університет цивільного захисту України, м. Черкаси, http://orcid.org/0000-0002-8810-1062

**Єремеєва Наталія Федорівна** кандидат філологічних наук, доцент, доцент кафедри мовної підготовки, Національний університет цивільного захисту України, м. Черкаси, http//orcid.org/0000-0002-3691-0298

## РОЛЬ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ПРОЦЕСІ МОВНОЇ ПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ ОХОРОНИ ПРАЦІ

Анотація. Завдяки штучному інтелекту відкриваються безліч можливостей для вдосконалення навчання мовної підготовки. Метою статті є аналіз можливостей використання штучного інтелекту у процесі викладання навчальної дисципліни «Іноземна мова за професійним спрямуванняму професійній діяльності» здобувачам спеціальності «Охорона праці». Для досягнення поставленої мети було здійснено порівняльний аналіз наукових джерел, синтез та узагальнення інформації. Проаналізовано ефективність використання технологій штучного інтелекту у процесі мовної підготовки. Проаналізовано наукові дослідження щодо ролі штучного інтелекту у навчальному процесі. Досліджено переваги застосування штучного інтелекту в освіті: персоналізоване навчання, автоматизація завдань, забезпечення зворотного зв'язку, об'єктивність оцінювання тощо. Висвітлено можливості використання технологій на базі штучного інтелекту для викладання англійської мови, а саме: планування занять, складання і перевірка тестів, розробка різноманітних матеріалів з урахуванням рівня мовних знань студентів, оцінювання студентських письмових робіт, створення презентацій та ілюстрацій, конспектів занять, планів проведення заходів, використання чат-ботів для розвитку і вдосконалення умінь навчальнопрофесійного спілкування, вивчення й збагачення лексики, використання ігрових елементів тощо. Наведено приклади щодо використання інструментів ШІ у мовній практиці. Доведено, що технології штучного інтелекту сприяють розвитку і вдосконаленню навичок в усіх видах мовленнєвої діяльності: говорінні, аудіюванні, читанні і письмі. Обгрунтовано, що попри всі переваги ШІ, він не спроможний замінити викладача на сто відсотків. Проте штучний

інтелект значно покращує й урізноманітнює освітній процес. Технології на базі штучного інтелекту є результативним інструментом для мовної підготовки студентів немовних спеціальностей. Технології ШІ дозволяють оптимізувати навчальний процес, підвищують ефективність роботи викладачів, створюють цікаві, різноманітні, інноваційні заняття і тим самим сприяють покращенню мовних знань студентів.

В статті досліджено та розглянуто сучасні методи викладання англійської мови для студентів спеціальності охорони праці в епоху використання штучного інтелекту. Враховуючи неспокійну ситуацію в Україні, спостерігається значне підвищення рівня вимог до володіння іноземною мовою здобувачів вищої освіти. Водночає знання іноземної мови включає не тільки можливість отримати професійну підготовку. Велика увага приділяється аспектам вивчення іноземної мови як мови професійної взаємодії. Як показує досвід роботи, здобувачі, що вступили до закладів вищої освіти, спостерігається нижчий рівень володіння англійською мовою та нижчий рівень мотивації, в порівнянні з тими, хто навчається на «мовних» спеціальностях. Беручи до уваги важливість володіння англійською мовою в сучасному світі, проаналізувавши основні причини ситуації, що склалася в освітньому просторі України на всіх рівнях навчання, було визначено основні внутрішні та зовнішні мотиваційні фактори, що сприяють ефективному вивченню англійської мови студентами технічних спеціальностей та запропоновано шляхи покращення їх рівня знань.

**Ключові слова**: мовна підготовка, іноземна мова, ШІ, освітній процес, вміння та навички.

**Minenko Olesia Vasylivna** Candidate of Philological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of Language Training Department of National University of Civil Protection of Ukraine, Cherkasy, http://orcid.org/0000-0002-6674-4075

**Krichker Olha Yukhymivna** Candidate of Historical Sciences, Lecturer of Language Training Department of National University of Civil Protection of Ukraine, Cherkasy, http://orcid.org/0000-0002-8810-1062

**Yeremeieva Nataliia Fedorivna** Candidate of Philological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of Language Training Department of National University of Civil Protection of Ukraine, Cherkasy, http://orcid.org/0000-0002-3691-0298

## THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE PROCESS OF LANGUAGE TRAINING OF OCCUPATIONAL SAFETY STUDENTS

**Abstract.** Thanks to artificial intelligence, there are many opportunities for improving language training. The purpose of the article is to analyze the possibilities of using artificial intelligence in the process of teaching a foreign language for

professional purposes to students of the Environmental and Occupational Safety. To achieve the goal, a comparative analysis of scientific sources, synthesis and generalization of information were carried out. The effectiveness of using artificial intelligence technologies in the process of language training was analyzed. Scientific research on the role of artificial intelligence in the educational process was analyzed. The advantages of using artificial intelligence in education were investigated: personalized learning, task automation, providing feedback, objectivity of assessment, etc. The possibilities of using artificial intelligence-based technologies for teaching English are highlighted, namely: lesson planning, compiling and checking tests, developing various materials taking into account the level of students' language knowledge, evaluating students' written works, creating presentations and illustrations, lesson notes, event plans, using chatbots to develop and improve academic and professional communication skills, studying and enriching vocabulary, using game elements, etc. Examples of using AI tools in language practice are given. It is proven that artificial intelligence technologies contribute to the development and improvement of skills in all types of speech activity: speaking, listening, reading and writing. It is substantiated that, despite all the advantages of AI, it is not able to replace the teacher one hundred percent. However, artificial intelligence significantly improves and diversifies the educational process. Artificial intelligence-based technologies are an effective tool for language training of students of non-linguistic specialties. AI technologies allow optimizing the educational process, increasing the efficiency of teachers, creating interesting, diverse, innovative classes and thereby contributing to the improvement of students' language skills.

The article examines and discusses modern methods of teaching English to students majoring in occupational safety in the era of artificial intelligence. Given the challenging current situation in Ukraine, there is a significant increase in the level of requirements for foreign language proficiency for higher education applicants. At the same time, knowledge of a foreign language includes provide not only for the opportunity to receive professional training. Much attention is paid to aspects of studying a foreign language as a language of professional interaction. As work experience shows, applicants who have entered higher education institutions have a lower level of English proficiency and a lower level of motivation, compared to those who study in "language" specialties. Taking into account the importance of English proficiency in the modern world, having analyzed the main reasons for the situation in the educational space of Ukraine at all levels of education, the main internal and external motivational factors that contribute to the effective study of English for professional purposes by students of technical specialties, namely Occupational safety, were identified and the ways and techniques to improve their level of knowledge were proposed.

**Keywords**: language training, foreign language, AI, educational process, skills and abilities.

Постановка проблеми. У результаті повномасштабного вторгнення росії на територію нашої держави, українська освіта зіштовхнулася із значними викликами. Дистанційна форма навчання, нестабільні умови організації освітнього процесу значно вплинули на процес та результат навчання. Вивчення англійської мови в сучасному світі стало важливим чинником для саморозвитку, кар'єрному зростанні та розумінні культури загалом. Найвагомішим проявом наукового прогресу в умовах сьогодення є створення і використання штучного інтелекту (ШІ) у різних галузях науки.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Проблемам використанням інструментів ШІ та їх впливом на вивчення іноземних мов приділяють велику увагу як вітчизняні, так і зарубіжні науковці. Роль ШІ у вищій освіті досліджують Бородієнко О., Драч І., Базелюк О., Базелюк Н., Петроє О., Регейло І., Слободянюк О. Вплив ШІ на вищу освіту в своїх наукових працях описують Горбенко І., Горчинський С., Софілканич М.; вплив використання ChatGPT на освіту вивчають Андрощук А., Леонтьєва І., Малюга О., Монтенегро-Руеда М., Фернандез Кереро Ж., Фернандез-Батанеро Ж.М.; ШІ в галузі викладання та навчання є об'єктом дослідження Домніч С., Макогончук Н., Певень К., Хміль Н., Ішмаель К., Мігеля А., Родрігеза Р.; впровадження інструментів ШІ у вивчення іноземних мов, а також їх вплив на викладання та навчання досліджують такі науковці як Бурлак М., Гриньова Ю., Кільченко А., Арайя Ф., Валль Р., Ву Дж., Хуанг Чой Х. та інші.

**Метою** статті  $\epsilon$  аналіз можливостей використання штучного інтелекту у процесі викладання навчальної дисципліни «Іноземна мова за професійним спрямуванням/у професійній діяльності» здобувачам спеціальності «Охорона праці».

Завдання — розглянути різні можливості ШІ для ефективного викладання англійської мови за професійним спрямуванням/у професійній діяльності для здобівачів спеціальності «Охорона праці», його переваги та способи використання, адже інноваційні методи, які використовують ШІ, стали ключем не тільки для захопливого навчання іноземним мовами, але й джерелом креативних ідей для ефективного подолання освітніх втрат і розривів.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** В галузі освіти ШІ посідає важливе місце, тому що сприяє опануванню нових навичок та знань. Існує безліч інтерактивних програм, які адаптовані до навчання, що, певним чином, спрощують низку технічних завдань.

Тривіальні способи вивчення іноземної мови не влаштовують сучасних здобувачів освіти, адже характерна риса нового покоління — це постійний рух та щільно розпланований графік. Саме тому під час вивчення англійської мови потрібно використовувати «живі» матеріали, які поєднують у собі різноманітні теми та безпосередньо пов'язані з майбутнью професією.

3 розвитком технологій і впровадженням різноманітних інструментів штучного інтелекту в навчальний процес, відбуваються зміни щодо підходів до вивчення англійської мови за професійним спрямуванням. Програми на основі

ШІ забезпечують персоналізоване навчання, миттєвий зворотний зв'язок та інтерактивне спілкування, що робить засвоєння мови більш ефективним та цікавим. Відтак, варто зазначити переваги застосування інструментів ШІ в системі іншомовної підготовки студентів закладів вищої освіти:

- 1. Індивідуальна освітня траєкторія ШІ автоматично визначає рівень знань студента, аналізує його сильні та слабкі сторони, і знаходить ефективні завдання для засвоєння іноземної мови;
- 2. Постійний доступ до навчальних ресурсів платформи на основі ШІ  $\epsilon$  в наявності в будь-який час і в будь-якому місці;
- 3. Швидке реагування і коригування помилок на відміну від звичайних інструментів іншомовної підготовки, ШІ виправляє граматичні та фонетичні помилки, та підбирає необхідні лексичні відповідники;
- 4. Спілкування з чат-ботами створеними ШІ віртуальні викладачі імітують живе спілкування, адаптуються до різних контекстів, залучають студентів до діалогів та полілогів;
- 5. Гейміфікація спеціальні додатки, створені на основі ШІ містять елементи гейміфікації, наприклад бали, винагороди та відстеження прогресу, щоб мотивувати студентів, і таким чином, робить вивчення мови більш захопливим;
- 6. Підтримка автоматизованого перекладу інструменти перекладу на основі ШІ допомагають студентам зрозуміти іноземні тексти, надаючи миттєвий переклад, контекстні пояснення та вказівки щодо вимови [1, с.150-151].

Варто зауважити, що багато методів штучного інтелекту було розроблено для загальних ситуацій, і вони можуть не відповідати специфічним потребам конкретних галузей, навчальних діяльностей або цілей викладання. Це може обмежувати можливості персоналізації навчального досвіду та актуалізації навчання під конкретні потреби студентів. Потрібно враховувати цей аспект та розглядати можливості штучного інтелекту як додатковий інструмент, а не єдиний метод навчання. Переосмислення ролі викладачів є одним з викликів, пов'язаних зі впровадженням штучного інтелекту в освітній процес. Ставлення викладачів до цієї технології може впливати на її ефективність. Деякі викладачі можуть відчувати негативне ставлення до штучного інтелекту, особливо якщо вони не мають певного професійного розвитку або вважають, що ця технологія не підходить у процесі навчання.

З іншого боку, існують викладачі, які можуть міцно покладатися на штучний інтелект і мати надмірну довіру до нього, що може призвести до того, що вони зосереджуються на технології, а не на основних педагогічних аспектах навчання. Тому необхідно знайти баланс між використанням штучного інтелекту та реальними потребами навчання та педагогічними принципами. Штучний інтелект може служити як потужний інструмент, який допомагає викладачам у підготовці індивідуального навчального матеріалу, наданні зворотного зв'язку студентам та виявленні їхніх індивідуальних потреб у навчанні. Проте важливо

не забувати, що викладачі відіграють важливу роль у навчальному процесі, надаючи мотивацію, інсайти та особистий контакт зі студентами. Таким чином, діалог між штучним інтелектом і викладачами  $\varepsilon$  важливим, щоб використання технології було ефективним і відповідало потребам навчання [2, с. 210].

Отже, завдання викладача це побудувати ефективний навчальний процес за допомогою інструментів ШІ, але при цьому не забивати, що підтримувати, вибудовувати стосунки зі здобувачами та мотивувати їх до навчання можуть лише вони, а не комп'ютерні програми. Крім того, ШІ як необхідне сучасне ефективне доповнення на заняттях іноземної мови може збагатити процес вивчення мови, але ніколи не може зайняти провідну роль у безпосередній взаємодії людини з метою розуміння культурних особливостей.

Слід зазначити, що ШІ на заняттях іноземної мови виконує чотири головні функції [3, с. 216]:

- 1. Незалежне оцінювання досягнень студента, що є важливим критерієм сучасної освіти. Найбільш просте і зрозуміле використання ШІ контроль знань, автоматизована перевірка завдань, виявлення та виправлення помилок, допомога викладачам системи визначають самостійність виконання завдань у виставленні оцінок. Крім того, ШІ допомагає усунути проблему списування, аналізуючи зображення з відеокамер та активність користувачів у браузері. Засновані на технологіях штучного інтелекту системи визначають самостійність виконання завдань. Значний позитивний ефект є у використанні ШІ для одержання знань і навичок, можливості розпізнання тексту і голосу з подальшим аналізом природної мови, що почали використовувати у вивченні іноземних мов [4, с. 17].
- 2. Помічник у навчанні. Здобувачі освіти можуть використовувати голосові помічники, а також автоматичні онлайн перекладачі та програми і додатки для автоматичного корегування тексту щодо лексики, граматики тощо;
- 3. Глобальне навчання. Здобувачі освіти мають можливості брати участь у різноманітних заходах по всьому світу, розширити коло знайомих в інших країнах, знайти усю необхідну інформацію і адаптувати результати до користувачів;
- 4. Індивідуальний підхід до вивчення іноземної мови. Кожен учасник освітнього процесу може виконувати завдання у притаманну йому темпі. Система ШІ передбачає виконання наступних завдань із урахуванням помилок попередніх. Індивідуалізований підхід передбачає використання чат-ботів. Чатботи ніколи не втратять терпіння і будуть постійно пропонувати допомогу; пропонують унікальний спосіб взаємодії з користувачами за допомогою діалогу, який необхідний для процесу навчання; зберігають історії спілкування з користувачем, що дозволяє їм у будь-який момент переглянути відповідь; допомагають користувачам бути залученими і мотивованими, підказуючи їм, що робити, розважаючи й інформуючи їх; ніколи не втомлюються і продовжують працювати щодня [5, с. 19].

Однак надмірне використання ШІ на заняттях іноземної мови може спричинити і негативні наслідки:

- 1. Зниження когнітивних здібностей учнів;
- 2. Повна залежність настрою від невдач та успіхів у роботі системи ШІ;
- 3. Втрата реальних зв'язків між учасниками освітнього процесу;
- 4. Зниження ролі вчителя;
- 5. Погіршення стану здоров'я (наприклад, зору);
- 6. Втрата персональних даних.

Отже, ресурси мережі Інтернет є безцінною і неосяжної базою створення інформаційного середовища для освіти та самоосвіти людей, задоволення їх професійних і особистих інтересів та потреб. Комп'ютерні навчальні програми мають багато переваг перед традиційними методами навчання. Вони дозволяють тренувати всі види мовної діяльності і поєднувати їх у різних комбінаціях, допомагають усвідомити мовні явища, сформувати лінгвістичні уміння та навички, створювати комунікативні ситуації. Використовуючи Інтернет-ресурси в навчальному процесі, викладач повинен ретельно продумувати свої цілі, оскільки завдання викладача полягає також і в забезпеченні студентам необхідної підтримки (створення детальних інструкцій, проведення консультацій та тренінгів), тому не варто відкидати і традиційні методи навчання. Їх поєднання з новітніми технологіями зробить навчальний процес більш гнучким і динамічним та сприятиме позитивному результату.

Для підвищення ефективності використання цифрового інструментарію для онлайн-співпраці при мовній підготовці фахівців з охорони праці можна організовувати форуми, опрацювання спільних документів, вебінари з обговоренням питань з охорони праці, відео-конференції. ШІ як необхідне сучасне ефективне доповнення на заняттях іноземної мови може збагатити процес вивчення мови, але ніколи не може зайняти провідну роль у безпосередній взаємодії людини з метою розуміння культурних особливостей [6].

На думку дослідників [7], щодо підвищення ефективності використання цифрового інструментарію при мовній підготовці фахівців з охорони праці необхідно враховувати комунікативну сторону навчання усіх учасників освітнього процесу. Наприклад, варіантами онлайн-співпраці можуть виступати організація форумів обговорень, опрацювання спільних документів, вебінари з обговоренням питань з охорони праці, відео-конференції.

Нагальним також є питання оцінювання набутих з використанням цифрових технологій компетенцій. Актуальними є електронні портфоліо, де здобувачі вищої освіти можуть зберігати свої роботи, проекти, відеоматеріали тощо для подальшої оцінки, широко застосовуються онлайн-тести, опитування, інтерактивні завдання тощо. Але відкритим залишається питання розробки критеріїв оцінювання з використанням цифрових технологій, яке може бути ефективним й інноваційним способом оцінки навчальних досягнень студентів. Тут може бути корисним застосування аналізу даних для оцінювання прогресу студентів протягом опанування окремою дисципліною та надання персоналізованих рекомендацій щодо подальшого навчання.

Висновки. Таким чином, активно впроваджуючи інформаційні технології в освітній процес підготовки майбутніх фахівців охорони праці, необхідно, щоб кожен викладач пам'ятав, що комп'ютер у навчальному процесі — не механічний викладач, і не аналог викладача, а засіб, що покращує можливості його навчальної діяльності. За словами, Білла Гейтса, «усі комп'ютери в світі нічого не змінять без захоплених учнів, досвідчених і відданих своїй справі викладачів, небайдужих і обізнаних батьків, а також суспільства, в якому підкреслюється цінність навчання протягом усього життя». Тому роль інформаційно-комунікаційних технологій в удосконаленні методики викладання навчальної дисципліни пов'язана, насамперед, з модифікацією традиційної методології у плані оперативності, індивідуалізації й раціональності.

Отже, важко уявити сучасні заняття з навчальної дисципліни «Іноземна мова за професійним спрямуванням/у професійній діяльності» без використання інформаційних технологій у навчальному процесі. Їх використання розширює межі освітнього процесу, підвищує його практичну спрямованість. Використання Інтернет-технологій – ресурсів на заняттях іноземної мови дозволяє більш повно реалізувати цілий комплекс методичних, педагогічних і психологічних принципів. Застосування комп'ютерних освітніх програм підвищує ефективність вирішення комунікативних завдань, розвиває різні види мовленнєвої діяльності студентів, формує стійку мотивацію мовленнєвої діяльності студентів на Здобувачі освіти, вивчаючи іноземну мову, повинні активно використовувати інноваційні технології, що сприяють формуванню мовленнєвої компетенції, високої культури усного та писемного мовлення. Викладачі мають бути цікавими для студентів, відповідати вимогам часу, підвищувати свою педагогічну майстерність і рівень інтелекту. Саме перед викладачами іноземної мови (за професійним спрямуванням) стоять важливі завдання та цілі – зберегти англійську мову як феномен нового культурно-історичного середовища, що народжується інформаційно-комп'ютерними технологіями XXI століття.

## Література:

- 1. Хайдарі Н.І., Юхновець Н.П., Сабітова А.П. Штучний інтелект в системі іншомовної підготовки студентів закладів вищої освіти. *Іноваційна педагогіка*. Вип. 80. 2025. С.150-151.
- 2. Козубай I. Комплексний аналіз впливу штучного інтелекту на викладання та вивчення іноземних мов. *Актуальні питання гуманітарних наук*, 2023. № 1(63). С. 210-214.
- 3. Брутман А., Наумчук Т. Штучний інтелект на заняттях іноземної мови за професійним спрямуванням у закладах вищої освіти. *Сучасні дослідження з іноземної філології*. 2023. С. 211-218. doi:10.32782/2617-3921.2023.23
- 4. Візнюк І. М., Буглай Н. М., Куцак Л.В., Поліщук А.С., Киливник В.В. Використання штучного інтелекту в освіті. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми. 2021. Вип. 59. С. 14—22.
- 5. Borovikov E. A survey of modern optical character recognition techniques. 2004. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/265013692
- 6.TalkEnCloud. Використання IIII для викладання англійської. Retrieved from https://talken.cloud/blog/using-ai-in-esl-teaching
- 7. Вдовичин Т.Я., Білий Р.Т. Цифрові інструменти для організації ефективної комунікації освітнього процесу. Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки. 2023. № 5. С. 15-22. DOI: https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2023.5.2

## References:

- 1. Khaidari, N.I., Yuhnovets, N.P., SabItova, A.P. (2025). Shtuchniy intelekt v systemi inshomovnoii pidhotovky studentiv zakladiv vyschoii osvity. [Artificial intelligence in the system of foreign language training for students of higher education institutions]. *Inovatsiina pedagogika Innovative pedagogy*. Issue 80. P.150-151 [in Ukrainian].
- 2. Kozubai, I. (2023) Kompleksnii analiz vplivu shtuchnogo intelektu na vikladannia ta vivchennia inozemnikh mov [A comprehensive analysis of the impact of artificial intelligence on the teaching and learning of foreign languages]. *Aktualni pitannia hgumanitarnikh nauk* − *Current issues in the humanities*. № 1(63). P. 210-214 [in Ukrainian].
- 3. Brutman, A., Naumchuk, T. (2023) Shtuchnii intelekt na zanyattyakh inozemnoii movi za profesiinym sprsamuvannyam u zakladakh vyschoii osviti [Artificial intelligence in professional foreign language classes in higher education institutions]. *Suchasni dosIidzhennia z inozemnoii filologii Modern research in foreign philology*. № 1 (23). P. 211-218 [in Ukrainian]. doi:10.32782/2617-3921.2023.23
- 4. Vizniuk I. M., Buglai N. M., Kutsak L.V., Polischuk A.S., Kylyvnyik V.V. (2021). Vykorystannia shtuchnogo intelektu v osviti [The use of artificial intelligence in education]. Suchasni informatsiini tekhnolohii ta innovatsiini metodykyi navchannia v pidhotovtsi fakhivtsiv: metodolohiia, teoriia, dosvid, problem The use of artificial intelligence in education. Modern information technologies and innovative teaching methods in the training of specialists: methodology, theory, experience, problems. Issue 59. P. 14–22 [in Ukrainian].
- 5. Borovikov, E. (2004). A survey of modern optical character recognition techniques. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/265013692\_
- 6. TalkEnCloud. Vykoristannia ShI dlia vykladannia anhliiskoii [Using AI to teach English]. Retrieved from https://talken.cloud/blog/using-ai-in-esl-teaching [in Ukrainian].
- 7. Vdovychyn T.Ya., Bilyi R.T.(2023) Tsyfrovi Instrumenti dlia organszatsii efektivnoii komunikatsii osvitnioho protsesu [Digital instriments for the organization of effective communication in the educational process]. *Tavriiskii naukovyi visnyk. Seriia: Tekhnichni nauky −Tavriiski Scientific Bulletin. Series: Technical sciences.* № 5. P. 15-22. doi:10.32782/tnv-tech.2023.5.2 [in Ukrainian].