

УДК 378.016:512.64]:378.091.26

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ІНСТРУМЕНТІВ ФОРМУВАЛЬНОГО ОЦІНЮВАННЯ ПІД ЧАС НАВЧАННЯ ЛІНІЙНОЇ АЛГЕБРИ СТУДЕНТІВ ПЕДАГОГІЧНИХ УНІВЕРСИТЕТІВ

Дубовик Віталій, викладач кафедри вищої математики та методики навчання математики, Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини.

ORCID: 0000-0003-0717-4719

E-mail: vitalij.dybovuk@gmail.com

Іщенко Галина, кандидат педагогічних наук, доцент кафедри вищої математики та методики навчання математики, Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини.

ORCID: 0000-0002-8584-7125

E-mail: gishenko0@gmail.com

У статті розглянуто трактування поняття «формувальне оцінювання» та визначено актуальність впровадження такого виду оцінювання в освітній процес. Вказано інструменти формувального оцінювання під час навчання лінійної алгебри, а також наведено методику використання цього виду оцінювання у процесі вивчення змістового модуля «Системи лінійних рівнянь» із використанням інструменту Draw.io. Описано переваги створення блок-схеми на тему «Дослідження та розв'язання довільної системи лінійних рівнянь» за допомогою використання інструменту Draw.io над традиційним складанням блок-схеми на аркуші паперу.

***Ключові слова:** формувальне оцінювання, лінійна алгебра, вчитель математики, освітній процес, інструменти оцінювання, засоби навчання, системи лінійних рівнянь, блок-схема.*

EMPLOYING OF THE MODERN INSTRUMENTS OF FORMATIVE ASSESSMENT DURING TEACHING LINEAR ALGEBRA TO STUDENTS OF PEDAGOGICAL UNIVERSITIES

Dubovyk Vitalii, Lecturer at the Department of Higher Mathematics and Mathematics Teaching Methods, Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University.

ORCID: 0000-0003-0717-4719

E-mail: vitalij.dybovuk@gmail.com

Ishchenko Halyna, PhD in Pedagogical Sciences, Associate Professor at the Department of Higher Mathematics and Mathematics Teaching Methods, Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University.

ORCID: 0000-0002-8584-7125

E-mail: gishenko0@gmail.com

The article describes the concept of “formative assessment” and outlines the main goals of using this type of assessment in the educational process. The article describes skills, formed using formative assessment, that contribute to students’ development into highly qualified mathematics teachers. Modern tools allowing to carry out formative assessment during teaching of linear algebra to students of pedagogical universities more effectively are studied in this article. By using the course of studying the “Linear equations” content module the article demonstrates the methodology of using formative assessment employing creating mental maps and block diagrams in “Draw.io”. Three stages of implementing the formative assessment during teaching this module are described:

- preparatory stage;
- stage of flowchart creation;
- final stage.

The article highlights the advantages of creating of the “Analyzing and Solving of Arbitrary Linear Equation Systems” flowchart by using the Draw.io tool over traditional flowcharting on paper. The article presents the student evaluation criteria and a sample flowchart “Analyzing and Solving of Arbitrary Linear Equation Systems” that students are to create in the course of this formative assessment. It has been determined that the implementation of formative assessment by using flowcharts created by modern tools in the course of teaching linear algebra allows:

- to assess more effectively teacher’s weak points in mastering teaching the material to the entire group of students and each student in particular;
- to determine students’ level of mastering the educational material, and find out which area needs more work and knowledge;
- to develop students’ responsibility and adaptability, their communication skills, critical and systemic thinking, interpersonal and collaboration skills, improving their informational ethics.

Keywords: *formative assessment, linear algebra, mathematics teacher, educational process, assessment tools, teaching aids, systems of linear equations, flowchart.*

Характерною рисою сучасного стану освіти є збільшення інформаційних потоків. Це спричинило потребу в пошуку ефективних засобів навчання студентів, що допоможе підвищити рівень засвоєння навчального матеріалу, значно економити час, розвивати ключові, загальні та фахові компетентності, підвищити мотивацію студентів до вивчення дисциплін. Сучасні засоби навчання несуть із собою комплексні способи подання, структурування, зберігання, передачі та обробки освітньої інформації і дозволяють перейти від традиційних форм оцінювання студентів до більш ефективних. Досить вдало сучасні засоби навчання можна використовувати для формувального оцінювання під час викладання математичних дисциплін у педагогічних університетах, зокрема під час викладання лінійної алгебри.

Питанням використання сучасних засобів навчання у підготовці вчителя математики займалися В. Г. Бевз, В. Б. Григор’єва, Т. Л. Годованюк, М. І. Жалдак, О. Л. Коношевський, Т. Г. Крамаренко, Т. В. Підгорна, І. Ю. Шахіна та інші. Дослідження особливостей упровадження формувального оцінювання як перспективного шляху вдосконалення освітнього процесу знаходять своє відображення у роботах багатьох науковців, серед них: П. Блек., А. П. Вітковський, Д. Вілям, О. О. Марченко, М. А. Пінска, В. В. Тадіяна та інших. Так, у роботі [2], виданій у 1998 році, П. Блек (Black) і Д. Вільям (William) проаналізували 21 дослідження і близько 580 статей та розділів книг про вплив формувального оцінювання на досягнення студентів. Ці науковці встановили, що впровадження інновацій під час формувального оцінювання сприяють значному покращенню результатів навчання. О. О. Марченко, досліджуючи особливості впровадження формувального оцінювання, зазначила, що цей новий спосіб педагогічної взаємодії є ефективним засобом реорганізації структури навчання, спрямованої на дослідження метакогнітивних процесів, які відбуваються у свідомості

суб'єктів навчання, його концептуальних труднощів і налагодження з ним як із центральним суб'єктом освітнього процесу дієвого зворотного зв'язку [6].

Мета статті – показати, як за допомогою сучасних інструментів можна провести формувальне оцінювання під час навчання лінійної алгебри студентів педагогічних університетів.

Однією з математичних дисциплін, що займає важливе місце в системі підготовки майбутніх учителів математики, є лінійна алгебра. Вивчення цієї дисципліни сприяє формуванню у студентів як наукового світогляду в цілому, так і математичної культури зокрема. Отримані знання, вміння та навички під час вивчення лінійної алгебри необхідні для оволодіння сучасним математичним апаратом із метою подальшого його застосування під час вивчення математичних дисциплін, а також під час проведення самостійних наукових досліджень. Проте зі зменшенням кількості аудиторних годин на той самий обсяг навчального матеріалу у більшості педагогічних університетів виникла потреба використовувати більш ефективні засоби навчання, які надають можливість суб'єктам освітнього процесу працювати з великим обсягом мультимедійних даних, графіків, формул, динамічними чи просторовими моделями, а також надають можливість переходу до нових форм оцінювання, зокрема формувального оцінювання.

На сьогоднішній день не існує однозначного визначення поняття «формувальне оцінювання». На нашу думку, одним із найбільш вдалих визначень є таке: формувальне оцінювання – процес пошуку та інтерпретації фактичних даних, які допомагають студентам та викладачам зрозуміти, на якому етапі засвоєння знань вони перебувають та в якому напрямку їм слід рухатися [1]. Із конструктивної точки зору, формувальне оцінювання є педагогічною технологією з певною послідовністю етапів, які дозволяють продіагностувати, як реалізується процес навчання не лише на кінцевій стадії навчання, а й на початковій та проміжній [6]. Формувальне оцінювання – перспективний вид оцінювання, що є доцільним як для студентів педагогічних університетів, так і для викладачів. Це спричинене тим, що цей метод дозволяє з'ясувати, наскільки успішно навчається кожний студент, чи дійсно ефективно викладач допомагає досягти притаманного саме цьому студентові рівня успішності, а також яким чином можна зробити всю аудиторію освітнім майданчиком, робота на якому дозволить викладачеві дослідити, наскільки успішно в цілому проходить процес учіння та чи дійсно результативно здійснюється процес навчання. Інноваційність формувального оцінювання передусім полягає в тому, що суб'єкт навчання отримує дієвий педагогічний інструментарій для оцінювання власних навчальних досягнень і спричинена тим, що формування в студентів самооцінювальної навчальної компетентності є однією з основних освітніх компетентностей [5].

До основних цілей формувального оцінювання в освітньому процесі науковці відносять [3]:

- визначення актуальних потреб студентів;
- визначення рівня володіння студентами навчальним матеріалом;
- виявлення індивідуальних інтересів студентів;
- заохочення до самостійної роботи студентів;
- моніторинг навчального прогресу студента;
- перевірку розуміння навчального матеріалу студентами на кожному етапі вивчення тощо.

Формувальне оцінювання особливо значуще в процесі підготовки майбутніх учителів, адже відіграє значну роль у формуванні таких навичок, що сприяють становленню вчителя, який переходить від ролі особи, що подає навчальний матеріал, та вчителя-монополіста, до ролі вчителя-наставника, який готує учнів до життя та формує у них ключові компетентності. Серед навичок, що формуються під час формувального оцінювання, виділяють такі:

- відповідальності та адаптивності – особиста відповідальність і гнучкість у різних міжособистісних, професійних і соціальних ситуаціях, встановлення високих стандартів і цілей для себе і для інших, терпимість до інших точок зору;
- комунікативності – створення умов для ефективно усної, писемної та мультимедійної комунікації в різних формах і контекстах, управління нею та розуміння її;
- творчості та інтелектуальної активності – розвиток, застосування і доведення нових ідей до інших людей, відкритість і відповідальність щодо нових і несподіваних перспектив;
- критичного та системного мислення – розвиток мислення, що зумовлює вчинення обґрунтованого вибору; розуміння взаємозв'язків у складних системах;
- інформаційної та медіадіяльності – аналіз, доступ, управління, інтеграція, оцінювання і створення інформації в різних формах і різними засобами;
- міжособистісної взаємодії та співпраці – здатність працювати у команді, готовність приймати на себе різні ролі і відповідальність, продуктивно працювати з іншими людьми, поважати точки зору інших;
- виявлення, формулювання і вирішення проблем – здатність виявляти, аналізувати та вирішувати проблеми;
- самоспрямування у навчанні та діяльності – відстеження власного розуміння і власних навчальних потреб, пошук необхідних ресурсів, трансформація знань з однієї системи до іншої;
- соціальної відповідальності – уміння діяти відповідально, враховуючи інтереси громади; демонструвати етичну поведінку за особистої взаємодії, на робочому місці і в громаді [4].

Досить важливо в процесі формувального оцінювання дотримуватися таких принципів: оцінювання навчальних досягнень студента, а не його особистості; наведення чіткого алгоритму для формування кінцевої оцінки, за яким студент може сам визначити свій навчальний рівень і підрахувати свою оцінку; акцентування уваги на навчальних успіхах, на персональному прогресі студента, а не на його оцінці; створення атмосфери відкритості та чесності; розуміння, що будь-які думки та пропозиції мають право на існування, обговорення і сприймаються з повагою; реалізація можливості для всіх учасників відкрито висловлювати власні думки [3].

Проте використання формувального оцінювання під час навчання лінійної алгебри викликає низку проблем. У першу чергу, це пов'язано з неефективною організацією освітнього процесу, а також із відсутністю доступу до сучасних інструментів оцінювання, які дозволяють викладачам ефективно контролювати процес навчання, а студентам проводити самооцінювання. Під час формувального оцінювання слід використовувати не лише комп'ютерні засоби, які допомагають визначити обсяг вивченого матеріалу за певний період, а й ті, які застосовуються для отримання

можливостей визначення найближчих кроків у напрямку покращення якості процесу навчання.

На сьогодні існує багато сучасних інструментів для організації формувального оцінювання навчання лінійної алгебри, серед них: LearningApps.org; Plickers; Classroom screen; GO-LAB ecosystem: SpeakUp, Quiz and Quest Tools, Table Tool, Conclusion, Concept Mapper, Concept Mapper Dashboard, Padlet та інші.

Ефективними засобами формувального оцінювання під час вивчення змістового модуля «Системи лінійних рівнянь» є самостійне створення студентами ментальних карт чи блок-схем. Вивчення цього змістового модуля передбачене навчальною програмою з лінійної алгебри для підготовки студентів за спеціальністю 014.04 Середня освіта (Математика) і є однією з ключових у процесі вивчення лінійної алгебри. Під час вивчення цієї теми студенти повинні:

- знати: основні означення (система лінійних рівнянь (СЛР), сумісні, несумісні, визначені та невизначені системи лінійних рівнянь, однорідні та неоднорідні системи лінійних рівнянь, фундаментальна система розв'язків однорідної системи лінійних рівнянь тощо); теореми (Крамера, Кронекера-Капеллі, про структуру загального розв'язку однорідної СЛР тощо); алгоритми розв'язування визначених та невизначених систем; сучасні напрямки застосування систем лінійних рівнянь тощо;

- уміти: використовувати основні поняття, досліджувати СЛР, розв'язувати визначені системи лінійних рівнянь методом Крамера, Гауса, матричним методом, розв'язувати невизначені СЛР, знаходити загальний розв'язок фундаментальну систему розв'язків однорідної СЛР тощо;

- володіти навичками розв'язування задач прикладного характеру на побудову СЛАР.

Наведемо один із прикладів здійснення формувального оцінювання під час вивчення змістового модуля «Системи лінійних рівнянь» за допомогою використання блок-схем, створених сучасними інструментами. Це формувальне оцінювання включає три етапи: підготовчий, робота над складанням блок-схеми і заключний.

1. Підготовчий етап передбачає визначення викладачем мети та завдань формувального оцінювання, вибір інструменту оцінювання та набуття навичок роботи із цим інструментом, розробку критеріїв оцінювання.

Для зазначеної роботи було обрано інструмент Draw.io, який відповідає вимогам використання ППЗ (доступність української мови або можливості вибору мови, відсутність реклами, відсутність граматичних і семантичних помилок, простота освоєння програми і простота роботи з нею, можливість виклику довідки, відповідність вимогам щодо якості інтерфейсу, відкритість, лаконічність, аскетизм, академічний стиль, обґрунтованість колірних рішень, оптимальність кількості інформації на екрані). Крім того, зазначений інструмент має низку переваг над традиційним складанням (на аркуші паперу) ментальних карт і блок-схем. Серед них:

- можливість швидко створювати фігури (стрілки, прямі, прямокутники, кола тощо) та легко змінювати їх положення на робочій області;
- можливість додавати мультимедійні дані (наприклад, фото прикладів розв'язання системи лінійних рівнянь);
- доступність налаштувань зберігання роботи у різних форматах;
- можливість легко ділитися роботою з іншими учасниками та викладачем.

Не менш важливим на етапі підготовки є розробка критеріїв оцінювання, які

дозволять студентам визначити проблемні місця та поставити цілі щодо подальшого свого навчання, а викладачам визначити шляхи вдосконалення рівня викладання.

Розглянемо критерії оцінювання роботи на складання блок-схеми «Дослідження і розв’язання довільної системи лінійних рівнянь» (табл. 1).

Таблиця 1

**Критерії оцінювання виконання роботи на побудову блок-схеми
«Дослідження і розв’язання довільних систем лінійних рівнянь»**

Рівні				Критерії
Низький	Середній	Достатній	Високий	
Схему складено без логічних зв’язків або частково. Вказано лише методи розв’язування визначених або невизначених систем лінійних рівнянь (СЛР) без короткого опису цих методів.	Схему складено з деякими порушеннями логічних зв’язків. Вказано методи розв’язування визначених та невизначених СЛР із коротким описом кожного методу.	Схему складено з правильно встановленими логічними зв’язками між елементами. Вказано методи розв’язування визначених та невизначених СЛР із коротким описом кожного методу. Наведено приклади розв’язування СЛР відповідно до кожного методу.	Схему складено з правильно встановленими логічними зв’язками між елементами. Вказано методи розв’язування визначених та невизначених СЛР із коротким описом кожного методу. Наведено приклади розв’язування СЛР відповідно до кожного методу. Наведено приклади застосування СЛР у інших галузях життєдіяльності людини.	Факові
Робота майже повністю скопійована в інших студентів.	Робота частково оригінальна, ідеї дещо запозичені або скопійовані в інших студентів чи з інших прикладів.	Створено оригінальну блок-схему, яка цілковито відображає ідеї студента.	Створено оригінальну блок-схему, яка відображає креативні ідеї студента.	Оригінальність роботи
Під час виконання роботи студент потребує значної допомоги в опануванні комп’ютерних умінь.	Під час виконання роботи студент потребує незначної допомоги в опануванні комп’ютерних умінь.	Під час виконання роботи студент не потребує допомоги в опануванні комп’ютерних умінь.	Студент вільно використовує запропонований інструмент для створення блок-схеми, а також вільно використовує додаткове програмне забезпечення чи Інтернет-сервіси.	Комп’ютерні навички
Вибір кольорів, розмір шрифту та інших деталей випадковий, відвертає увагу від суті, змісту роботи.	Вибір кольорів, розмір шрифту та інших деталей є випадковим, проте не відвертає увагу від виконаної роботи та не втомлює під час перегляду.	Вибір кольорів, розмір шрифту та інших деталей є вдалими та допомагають викликати під час перегляду відчуття цілісності роботи, виразності, вдало використана симетрія та антисиметрія.	Вибір кольорів, розмір шрифту та інших деталей є вдалими та підсилює сприйняття виконаної роботи.	Дизайн

У таблиці вказано якісні дескриптори (описи) основних критеріїв виконання роботи для чотирьох рівнів її виконання, які відповідають загальноприйнятим в Україні рівням: початковому, середньому, достатньому і високому. Студенти впродовж виконання роботи можуть відслідковувати свій прогрес у навчанні, визначати, на який саме рівень вони виконують завдання [4].

2. Робота над складанням блок-схеми «Дослідження і розв'язання довільних систем лінійних рівнянь» відбувається у комп'ютерній або у звичайній аудиторії з використанням смартфонів або ноутбуків після проведення викладачем лекційних занять.

У ході проведення такого заняття досить важливо, щоб студенти ознайомилися з критеріями оцінювання, а також були забезпечені достатньою кількістю часу та, за потреби, моделями та інструкціями для якісного виконання роботи.

3. Третій, заключний етап, передбачає: самооцінку студентами виконаної роботи відповідно до визначених критеріїв; самооцінку навчальних досягнень; самооцінку процесу навчання; обговорення результатів; обговорення критеріїв оцінювання з викладачем. З метою виявлення та аналізу допущених помилок викладач демонструє зразок блок-схеми (рис. 1).

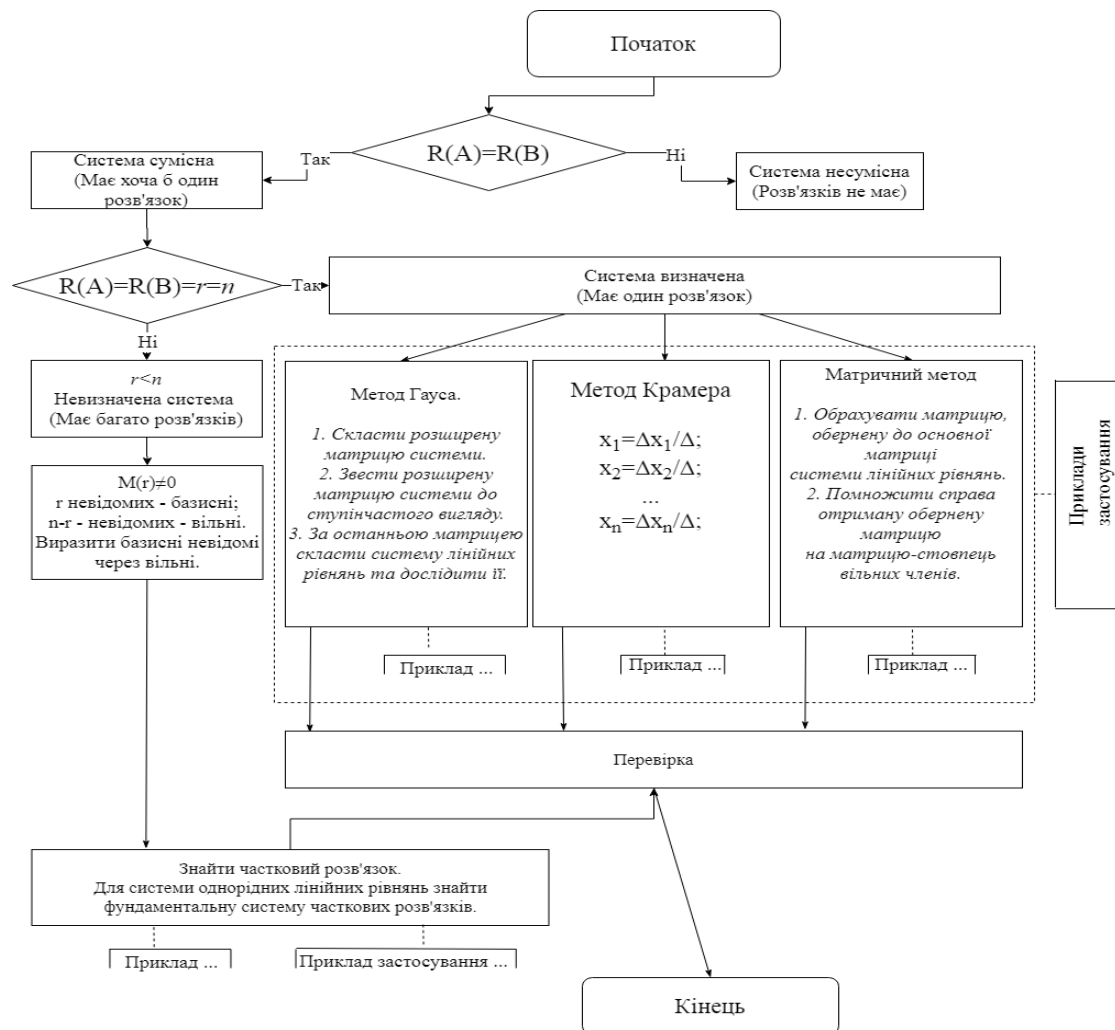


Рис. 1. Приклад блок-схеми «Дослідження та розв'язання довільної системи лінійних рівнянь»

Самооцінку навчальних досягнень пропонуємо провести за допомогою, наприклад, так званої таблиці «З-Х-Д» («знав/умів – хочу знати/уміти – дізнався/навчився») (табл. 2):

Таблиця 2

Таблиця виявлення навчальних досягнень студентів «З-Х-Д»

Знав/умів	Хочу знати/уміти	Дізнався/навчився
Наприклад, способи розв'язування двох лінійних рівнянь із двома невідомими.	Наприклад, розв'язувати системи лінійних рівнянь методом іншими методами.	Наприклад, розв'язувати системи лінійних рівнянь методом Гауса.
...

Опрацьовуючи інформацію, подану в таблиці, викладач дізнається про індивідуальні особливості розуміння студентами змісту та спеціальних компонентів лінійної алгебри, щоб за потреби на основі аналізу поданої інформації мати можливість реорганізувати структуру навчання, налагодити дієвий зворотний зв'язок, а також зрозуміти, як студенти усвідомлюють власну пізнавальну діяльність. Після заповнення такої таблиці студентам пропонується зробити аналіз допущених помилок, обговорити шляхи вдосконалення їхніх умінь та навичок, з'ясувати, що заважало їм досягти гарного результату.

Використання цього методу формувального оцінювання під час навчання лінійної алгебри дозволяє:

- ефективніше оцінити викладачеві слабкі місця у студентів усієї групи загалом та в кожного студента зокрема;
- студенту самостійно визначити свій рівень засвоєння навчального матеріалу, з'ясувати, у яких напрямках йому потрібно більше працювати і які знання надолужити;
- формувати у студентів відповідальність та адаптивність, комунікативні навички, критичне та системне мислення, навички міжособистісної взаємодії та співпраці;
- розвивати інформаційну культуру тощо.

Отже, формувальне оцінювання є досить ефективним у використанні під час навчання лінійної алгебри та повністю відповідає ідеям модернізації сучасної освіти. Запропонована методика використання сучасних засобів формувального оцінювання під час вивчення теми «Системи лінійних рівнянь» допомагає викладачу виявляти та врахувати потреби в навчанні кожного студента і відповідно до цього адаптувати процес навчання, відслідковувати індивідуальні досягнення студента. Ця методика формувального оцінювання робить процес навчання лінійної алгебри частково автоматизованим, цікавим для студентів та дозволяє проводити роботу в різних формах. Зважаючи на модернізацію засобів навчання і комп'ютерних мереж, методів та способів їх використання, з'являються перспективи для подальших розвідок щодо їх використання для формувального оцінювання у процесі навчання інших тем розділу, зокрема «Лінійні простори» та «Лінійні оператори».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ainsworth L. Common Formative Assessments 2.0: How Teacher Teams Intentionally Align Standards, Instruction, and Assessment. URL: https://www.cosa.k12.or.us/sites/default/files/materials/events/larry_ainsworth_keynote_handout.pdf. (Accessed: 24.01.2020).
2. Black Paul, Wiliam Dylan. Assessment and Classroom Learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*. 1998. Vol. 5, № 1. P. 7–74.
3. Веремей Є. Р. Використання формуючого оцінювання в електронному навчальному курсі. *Open educational e-environment of modern University*. 2019. № 6. С. 10–100.
4. Дементієвська Н. П. Формуюче оцінювання в курсі з допрофільної підготовки за програмою Intel «Шлях до успіху». *Інформатика і інформаційні технології в навчальних закладах*. 2011. Вип. 6(36). URL: <http://lib.iitta.gov.ua/641> (дата звернення: 24.01.2020).
5. Електронний посібник за програмою «Intel. Навчання для майбутнього». URL: www.intel.com/education/teachi (дата звернення 24.01.2020).
6. Марченко О. М. Формуюче оцінювання як перспективний шлях розвитку нового педагогічного мислення. *Нова педагогічна думка*. 2015. № 2. С. 50–54.

REFERENCES

1. Ainsworth L. Common Formative Assessments 2.0: How Teacher Teams Intentionally Align Standards, Instruction, and Assessment. URL: https://www.cosa.k12.or.us/sites/default/files/materials/events/larry_ainsworth_keynote_handout.pdf.
2. Black, P., Wiliam, D. (1998). Assessment and Classroom Learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*. Vol. 5, 1, 7–74.
3. Veremei, Ye. R. (2019). Vykorystannia formuiuchoho otsiniuvannia v elektronnomu navchalnomu kursii. *Open educational e-environment of modern University*, 10, 10–100 [in Ukrainian].
4. Dementiievska, N. P. (2011). Formuiuche otsiniuvannia v kursii z doprofilnoi pidhotovky za prohramoiu Intel «Shliakh do uspikhu». *Informatyka i informatsiini tekhnolohii v navchalnykh zakladakh – Informatics and information technologies in educational establishments*, 6(36). URL: <http://lib.iitta.gov.ua/641> [in Ukrainian].
5. Elektronnyi posibnyk za prohramoiu «Intel. Navchannia dlia maibutnoho» [Online Intel Program Guide. Learning for the Future]. URL: www.intel.com/education/teachi [in Ukrainian].
6. Marchenko, O. M. (2015). Formuiuche otsiniuvannia yak perspektyvnyi shliakh rozvytku novoho pedahohichnoho myslennia. *Nova pedahohichna dumka – A new pedochic thought*, 2, 50–54 [in Ukrainian].