УДК 378.147:37.016:51:81’246.2
DOI https://doi.org/10.32782/1992-5786.2026.104.36

Н. В. Сніжко
кандидат фізико-математичних наук, доцент,
доцент кафедри математики
Національного університету «Запорізька політехніка»
ORCID: orcid.org/0000-0003-4547-5934

ОЦІНЮВАЛЬНО-РЕЗУЛЬТАТИВНИЙ КОМПОНЕНТ МОДЕЛІ БІЛІНГВАЛЬНОГО НАВЧАННЯ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ В ТЕХНІЧНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ

У статті представлено теоретичне обґрунтування та змістове наповнення оцінювально-результативного компонента моделі білінгвального навчання вищої математики в технічному університеті. Актуальність дослідження визначається необхідністю модернізації професійної підготовки майбутніх інженерів відповідно до вимог європейського освітнього простору та формування їх готовності до здійснення професійної діяльності в багатомовному й полікультурному середовищі. Встановлено, що стратегічною метою білінгвального навчання математичних дисциплін є формування білінгвальної предметної компетенції з математики як інтегративної характеристики, яка поєднує предметні знання, мовленнєві вміння та професійно орієнтований досвід діяльності.

Визначено структуру білінгвальної предметної компетенції, що охоплює предметний, мовний, міжкультурний та загальнопрофесійний компоненти, які взаємопов’язані між собою та спрямовані на забезпечення цілісного результату підготовки. Відповідно до їх змістових характеристик розроблено систему критеріїв і показників сформованості, яка забезпечує комплексне оцінювання результатів навчання студентів у процесі використання рідної та іноземної мов як засобів опанування математичного змісту. Критерії відображають сутнісні характеристики кожного структурного компонента, а показники конкретизують рівень засвоєння математичних знань, здатності до іншомовної математичної комунікації, до міжкультурної взаємодії та готовність застосовувати математичний апарат у професійній діяльності. Такий підхід забезпечує цілісність і вимірюваність результатів білінгвального навчання.

Запропоновано чотири рівні сформованості білінгвальної предметної компетенції з математики (рецептивний, репродуктивно-інтегративний, продуктивно-інтегративний, креативний), які відображають поступовий розвиток знань, умінь, досвіду математичної та іншомовної комунікації.

Розроблена система критеріїв і рівнів сформованості сприяє підвищенню об’єктивності оцінювання, узгодженню цілей і результатів навчання та забезпеченню якості білінгвальної математичної підготовки майбутніх інженер, забезпечує можливість передбачати очікувані результати білінгвального навчання, оперативно вносити необхідні зміни до організації освітнього процесу та підвищувати його ефективність у підготовці майбутніх інженерів до професійної діяльності в міжнародному та полікультурному середовищі.

Ключові слова: *модель білінгвального навчання; предметно-орієнтовані дидактичні моделі; вища математика; білінгвальна предметна компетенція; критерії, показники, рівні сформованості компетенції.*

Постановка проблеми. Сучасний етап розвитку національної системи освіти характеризується активною інтеграцією України до європейського та світового освітнього простору, що передбачає гармонізацію стандартів, оновлення змісту підготовки та впровадження інноваційних освітніх моделей. У цих умовах перед закладами вищої освіти постає завдання підготовки конкурентоспроможних фахівців, здатних ефективно здійснювати професійну діяльність у багатомовному та полікультурному середовищі, брати участь у міжнародних проєктах, академічній мобільності та глобальних ініціативах [1]. Відповідно зростає значення іншомовної підготовки майбутніх спеціалістів, яка має бути інтегрованою з їхньою професійною освітою, а не обмежуватися лише вивченням мови як окремої дисципліни.

Одним із перспективних шляхів розв’язання цього завдання є впровадження білінгвального навчання у вищій школі, зокрема в технічних університетах. Такий підхід передбачає використання іноземної мови як засобу опанування фахових дисциплін, що забезпечує одночасне формування предметної та іншомовної компетентностей. У межах нашого дослідження предметною основою білінгвального навчання виступає вища математика, оскільки дисципліни математичного циклу є фундаментальною складовою підготовки студентів інженерно-технічних спеціальностей і вивчаються всіма здобувачами

© Сніжко Н. В., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

відповідних освітніх програм. Саме математична підготовка формує логічне, аналітичне та алгоритмічне мислення майбутніх інженерів, забезпечує здатність до моделювання технічних процесів і розв'язання прикладних задач, а тому її реалізація на білінгвальній основі потребує науково обґрунтованої методичної моделі та чітко визначених критеріїв результативності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У зарубіжних дослідженнях проблема оцінювання результатів навчання математики у вищій школі активно розробляється з позицій забезпечення якості освіти та валідності діагностичного інструментарію. Серед великої кількості робіт виділимо дві. M. A. Gallagher окреслює підходи до визначення індикаторів ефективності навчання та критеріїв оцінювання сформованості математичних умінь і мислення [2]. J. Deng пропонує модель оцінювання на основі ієрархічного аналізу, де система показників структурована відповідно до компонентів навчального процесу та очікуваних результатів [3]. У вітчизняній науці критерії та показники сформованості математичної компетентності майбутніх інженерів обґрунтовано у працях В. В. Хом'юка [4]. Окремі аспекти діагностики математичних компетентностей мва висвітлено також у дослідженнях О. І. Матяш [5], Л.П. Вороновської [6], Т. О Рудик та О. В. Суліми [7]. Зазначені підходи створюють теоретичну основу для розроблення системи критеріїв і показників у технічній освіті.

Водночас аналіз наукових джерел засвідчує, що в Україні відсутня цілісна теоретико-методична модель білінгвального навчання математики в закладах вищої освіти, яка б інтегрувала предметну й мовну складові та містила чітко визначений оцінювально-результативний блок. Наявні дослідження здебільшого зосереджені на окремих аспектах формування професійної або комунікативної компетентності майбутніх інженерів, зокрема розвитку іншомовних професійно орієнтованих умінь, однак не пропонують системного інструментарію оцінювання білінгвальної предметної компетентності з математики. Таким чином, проблема розроблення критеріїв і показників оцінювання результатів білінгвального навчання математичних дисциплін у технічному університеті залишається недостатньо опрацьованою та потребує подальшого наукового обґрунтування.

Мета статті – теоретичне обґрунтування та розроблення оцінювально-результативного компонента моделі білінгвального навчання вищої математики у технічному університеті, зокрема визначення критеріїв, показників і рівнів сформованості білінгвальної предметної компетенції з математики майбутніх інженерів.

Виклад основного матеріалу. Оцінювально-результативний блок моделі білінгвального навчання математики в умовах технічного університету логічно пов'язаний із визначенням та досягненням її стратегічної мети. Метою білінгвального навчання математики є формування білінгвальної предметної компетенції (БПК) з математики майбутніх інженерів як інтегративної характеристики їхньої професійної підготовки. Структуру та складові цієї компетенції було обґрунтовано й детально схарактеризовано у роботі [8] (рис. 1).



Рис. 1. Структурний склад білінгвальної предметної компетенції з математики

Відповідно до визначених компонентів БПК з математики розроблено систему критеріїв і показників її оцінювання, що дають змогу визначити рівень сформованості зазначеної компетенції та встановити результативність упровадження моделі білінгвального навчання в освітній процес технічного університету. При розробці критеріїв і показників сформованості БПК ми спирались на сутнісні характеристики компонентів БПК та її змістове наповнення [9]. Система критеріїв та показників сформованості БПК з математики майбутнього інженера в узагальненому вигляді відображена у табл. 1.

Базуючись на даному критеріальному апараті, створюється діагностичний інструментарій для дослідження сформованості окремих компонентів білінгвальної предметної компетенції з математики студентів на окремих етапах білінгвального навчання. Процес контролю та оцінювання, на нашу думку, необхідно організовувати на основі взаємодії і тісного зв'язку як кількісних, так і якісних показників, оскільки ми виходимо з необхідності комплексної оцінки елементів мовленнєвої та предметної діяльності, яка здійснюється студентами в письмовій та усній формах. Таким чином, оцінюються продукти, створені студентами

– в процесі виконання завдань при проведенні опитувань, контрольних робіт, тестувань, математичних та лексичних диктантів;

– при розв'язанні комплексних мовленнєво-мисленнєвих задач;

– при комплексному тестуванні предметних та комунікативних знань, навичок та умінь в ході

Таблиця 1

Критерії та показники сформованості компонентів білінгвальної предметної компетенції з математики

Компоненти БПК	Критерії сформованості	Показники сформованості
Предметний	Знання, розуміння, застосування, аналіз та синтез предметного математичного матеріалу	Виявляються у знанні та застосуванні наукового понятійного математичного апарату, математичної мови, математичної термінології, універсальних математичних методів. Виражаються в умінні математично описувати конкретні ситуації (вміння та навички з математизації емпіричного матеріалу); логічно організовувати математичний матеріал; досліджувати клас моделей, до якого належить отримана модель конкретної ситуації, застосовуючи математичну теорію.
Мовний	Базові комунікативні якості математичного мовлення [10] рідною мовою	Правильність – правильне вживання, вимова та написання математичних термінів, символів та позначень, а також інших, типових для мови математики слів та виразів, дотримання норм української мови. Логічність проявляється в умінні чітко виділяти в усному та письмовому мовленні логічну структуру тверджень. Точність характеризується підбором мовних засобів, які найкраще виражають зміст висловлювання. Доречність регулює зміст інших якостей мови у конкретній мовній ситуації, що проявляється в умінні самостійно викладати математичний матеріал з різним ступенем повноти, не допускаючи при цьому логічних та інших помилок у володінні прийомами стиснення та розгортання готового тексту.
	Основи спеціальної математичної іншомовної комунікативної компетенції	Виявляються у знанні термінологічного мінімуму з математики іноземною мовою, мовних кліше, характерних для англійської математичної мови. Характеризується вмінням отримувати інформацію зі спеціальних математичних текстів іноземною мовою в їх усному та письмовому пред'явленні, описувати та пояснювати, оцінювати та інтерпретувати явища та математичні факти, вводити поняття, давати визначення, коментувати розв’язки математичних задач, використовуючи для цього специфічні засоби англійської математичної мови
Міжкультурний	Здатність до конструктивної соціальної взаємодії в полікультурному середовищі, культурно-історичні знання	Виявляється в умінні працювати та спілкуватися з людьми, які мають різні рівні міжкультурної компетенції; бути толерантним; стверджувати своїми особистими справами та словами культурний плюралізм у науковій спільноті. Характеризується знанням соціокультурних, лінгвокраїнознавчих реалій та історії математики України та країн світу; знанням біографій видатних учених-математиків.
Загальнопрофесійний	Здатність застосовувати математичні знання в областях та умовах фахової інженерної діяльності (в т. ч. і іноземною мовою)	Виявляється в умінні адаптувати наукові математичні знання до прикладних інженерних задач з урахуванням міждисциплінарних зв'язків між мовним та предметним змістом. Знання норм професійного спілкування, етикету професійної комунікації рідною та іноземною мовами. Планувати цілеспрямований комунікативний вплив на співбесідників, вибирати і реалізовувати мовленнєві формули, адекватні комунікативному наміру та ситуації професійного спілкування рідною та іноземною мовами.

конференцій, дискусій, підготовки доповідей та письмових тез;

– в процесі рефлексії студентами своєї здатності і готовності до здійснення навчально-пізнавальної, квазіпрофесійної та наукової діяльності рідною та іноземною мовами;

– при проведенні підсумкової атестації (підсумкового оцінювання з математичної дисципліни).

Очевидно, рівень сформованості вказаних компонентів БПК з математики може бути різним. Отже, і сама БПК (як інтегральна компетенція і очікуваний результат білінгвального навчання математики) може бути сформована на різних рівнях. Теоретичний аналіз наукових досліджень дозволив нам зробити висновок, що при визначенні рівнів сформованості певних компетенцій варто спиратися на такі положення:

– рівень відображає діалектичний характер розвитку будь-якого компонента та дає змогу усвідомити предмет у багатогранності його властивостей, взаємозв’язків і відношень;

– розвиток знань, умінь і досвіду має субординативний характер, що передбачає поступовий перехід від одного рівня до наступного;

– кожен попередній рівень виступає необхідною підготовчою основою для досягнення наступного рівня.

Спираючись на ці положення, ми виділяємо чотири рівні сформованості БПК з математики: рецептивний (низький), репродуктивно-інтегративний (середній), продуктивно-інтегративний (достатній) та креативний (високий). Коротко їх охарактеризуємо з позицій формування компонентів БПК (предметного, мовного, міжкультурного та загальнопрофесійного).

1) ***Рецептивний (низький)*** рівень БПК з математики.

Предметний компонент: студент володіє лише базовими знаннями, здатний відтворювати готові алгоритми та схеми розв'язання задач; не проявляє гнучкості у застосуванні математичного апарату, допускає помилки при застосуванні методів та інтерпретації результатів.

Мовний компонент (рідна мова): обмежене вміння пояснювати математичні факти та процеси; формулювання поверхові, часто некоректні; використання термінів уривчасте та непослідовне. Іншомовний компонент: знання іншомовної термінології обмежене; комунікація здійснюється на рівні відтворення окремих фраз або готових зразків; труднощі у сприйнятті й розумінні спеціалізованих текстів; відсутнє самостійне використання іншомовних джерел.

Міжкультурний компонент: низька толерантність у спілкуванні; відсутнє усвідомлення культурного різноманіття; слабке знання історико-культурних аспектів розвитку математики та інженерії; ситуативне або формальне ставлення до полікультурності.

Загальнопрофесійний компонент: обмежені загальнонаукові знання; відсутність мотивації до майбутньої інженої діяльності; виконання завдань лише за готовими інструкціями; низький рівень дослідницьких умінь і відсутність здатності до самоконтролю.

2) Репродуктивно-інтегративний (середній) рівень БПК з математики.

Предметний компонент: студент здатний застосовувати основні математичні методи для розв'язання типових завдань та пояснювати результати, але виявляє труднощі при переході до більш складних моделей.

Мовний компонент (рідна мова): студент здатний пояснювати розв'язання задач та описувати математичні процедури; допускає неточності у використанні термінів; логіка викладу не завжди чітка. Іншомовний компонент: сформоване володіння мінімумом термінології; здатність читати й розуміти нескладні математичні тексти; можливість відтворювати інформацію іншою мовою, але без глибокої інтерпретації; часткове використання математичних мовних кліше для професійного спілкування.

Міжкультурний компонент: толерантність до культурних відмінностей проявляється ситуативно; студент орієнтується у загальних соціокультурних реаліях англомовних країн (без їх інтеграції у власний освітній дискурс); має початкове уявлення про культурно-історичний контекст розвитку математики і науки загалом.

Загальнопрофесійний компонент: студент здатний виконувати завдання середньої складності; може користуватися інформаційно-комунікаційними технологіями для пошуку даних; дослідницькі навички мають репродуктивний характер; мотивація присутня, але нестійка та часто зовнішньо зумовлена. математичні знання недостатньо інтегровані у загальноінженерний контекст.

3) ***Продуктивно-інтегративний*** (достатній) рівень БПК з математики.

Предметний компонент: студент самостійно застосовує математичний апарат для аналізу й розв'язання завдань; здатний обґрунтовувати вибір методів та інтерпретувати результати.

Мовний компонент (рідна мова): вільно користується математичною термінологією; здатний чітко, логічно та послідовно пояснювати розв'язання; може презентувати математичні результати в усній та письмовій формах. Іншомовний компонент: володіє широким термінологічним запасом; читає, аналізує й переказує зміст іншомовних математичних текстів; упевнено застосовує математичні мовні кліше у комунікативних ситуаціях.

Міжкультурний компонент: інтегрує міжкультурний контекст у навчально-наукову діяльність; володіє знаннями історії науки та біографій учених-математиків; адекватно взаємодіє у полікультурному середовищі.

Загальнопрофесійний компонент: здатний самостійно використовувати математичні знання для виконання завдань майбутньої професійної області (в тому числі і іноземною мовою); активно застосовує ІКТ; демонструє стійку внутрішню мотивацію та сформовані навички самоорганізації.

4) ***Креативний*** (високий) рівень БПК з математики.

Предметний компонент: студент творчо застосовує математичний апарат для моделювання й розв'язання складних задач; генерує нові підходи та інтегрує знання у наукову діяльність.

Мовний компонент (рідна мова): вільне володіння математичним дискурсом; здатність доступно й науково коректно презентувати складні моделі, ідеї та результати; використання різних жанрів математичного мовлення (опис, доведення, коментар, дискусія, доповідь, презентація). Іншомовний компонент: володіє математичною іншомовною комунікацією; здатний працювати з автентичними іншомовними джерелами, проводити презентації та обговорення іноземною мовою.

Міжкультурний компонент: високий рівень міжкультурної компетентності; вільно працює в міжнародних командах (за наявності представників інших культур); інтегрує культурно-історичний та соціокультурний контекст у власну освітню діяльність.

Загальнопрофесійний компонент: інтегрує математичні знання у інженерну діяльність; має високий рівень критичного мислення та готовність до інновацій.



Рис. 2. Структурна схема оцінювально-результативного компоненту моделі білінгвального навчання математики

Отже, оцінка сформованості БПК з математики проводиться за виділеними у відповідності до компонентів БПК критеріями (предметний, мовний, міжкультурний та загальнопрофесійний) на чотирьох рівнях: рецептивний (низький), репродуктивно-інтегративний (середній), продуктивно-інтегративний (достатній) та креативний (високий). Система контролю за рівнем сформованості БПК з математики може бути передбачена в процесі білінгвального навчання на кожному його етапі (підготовчому, перехідному та власне білінгвальному) у вигляді моніторингу результатів навчання. Ця інформація дає можливість робити висновки щодо ефективності навчання на кожному етапі та прогнозувати його розвиток на основі внесення необхідних змін та коректив. Остаточна оцінка сформованості БПК з математики проводиться в кінці математичного курсу за його результатами.

Структурна схема розробленого оцінювально-результативного компоненту моделі білінгвального навчання математики в технічному університеті представлена на рис. 2.

Висновки. Проведене дослідження засвідчило, що ефективність білінгвального навчання вищої математики у технічному університеті безпосередньо залежить від наявності чітко структурованого оцінювально-результативного компонента, який забезпечує узгодженість між метою навчання та реальними результатами освітнього процесу. Встановлено, що білінгвальна предметна компетенція з математики має інтегративний характер і формується лише за умови одночасного розвитку предметного, мовного, міжкультурного та загальнопрофесійного компонентів. Ігнорування хоча б одного з них знижує цілісність підготовки майбутнього інженера в умовах двомовного навчання.

Доведено, що комплексне використання якісних і кількісних показників, а також поетапний моніторинг рівнів сформованості (від рецептивного до креативного) дозволяють забезпечити об'єктивність оцінювання та відстежити динаміку розвитку студентів. Запропонована система критеріїв і рівнів створює умови для прогнозування результатів білінгвального навчання, своєчасної корекції освітнього процесу та підвищення його результативності в контексті професійної підготовки інженерів до діяльності в міжнародному середовищі.

Перспективи подальших досліджень вбачаємо у поглибленні методичного аспекту запропонованої моделі, зокрема у розробленні та апробації конкретного діагностичного інструментарію для оцінювання сформованості білінгвальної предметної компетенції з математики майбутніх інженерів. Актуальним є також емпіричне дослідження системи оцінювання в умовах реального освітнього процесу технічного університету, а також адаптація інструментів оцінювання до різних інженерних спеціальностей. Це сприятиме підвищенню об'єктивності моніторингу результатів білінгвального навчання та вдосконаленню методичного забезпечення математичної підготовки майбутніх інженерів.

Список використаної літератури:

1. Про концептуальні засади державної політики щодо англійської мови у вищій освіті : рішення Колегії Міністерства освіти і науки України від 25.06.2019 р. № 5/1-4. Режим доступу: https://mon.gov.ua/ministerstvo-2/pro-ministerstvo-2/doradchi-organi-2/kolegiya-ministerstva/arkhiv-rishennya-kolegii-2017-2019/rishennya-kolegii-2019
2. Gallagher, M. A., Folger, T. D., Walkowiak, T. A., Wilhelm, A. G., & Zelkowski, J. (2025). Measuring Mathematics Teaching Quality: The State of the Field and a Call for the Future. *Education Sciences*, 15(9), 1158. DOI: 10.3390/educsci15091158
3. Deng, Jin. (2024). Research on Teaching Quality Evaluation Model of Higher Mathematics Based on Hierarchical Analysis Approach. *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*, 9(1), 1-15. 10.2478/amns-2024-2176
4. Хом'юк В. В. Поетапна технологія формування математичної компетентності майбутніх інженерів. *Науковий вісник Кременецької обласної*

гуманітарно-педагогічної академії ім. Тараса Шевченка. 2017. Вип. 7. С. 144-154.
5. Матяш О. І. Рівні методичної компетентності з навчання геометрії майбутніх учителів математики. *Дидактика математики: проблеми і дослідження* : Міжнародний збірник наукових робіт. Донецьк : ДонНУ, 2013. Вип. 40. С. 183-190.
6. Вороновська Л. П. Розвиток математичної компетентності майбутніх фахівців будівництва та цивільної інженерії. *Педагогічна Академія: наукові записки.* 2025. (17). DOI: 10.5281/zenodo.15202693
7. Рудик Т. О., Суліма О. В. Формування математичної компетентності майбутніх бакалаврів у процесі навчання математики в технічному університеті. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 5 : Педагогічні науки: реалії та перспективи.* 2021. № 80. С. 116-120. DOI: 10.31392/NPU-nc.series5.2021.80.2.24
8. Сніжко Н. В. Інтегративні зв'язки між компонентами білінгвальної предметної компетенції з математики майбутніх інженерів. *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського.* 2024. Вип. 4 (147). С. 30-35. DOI: 10.32782/1995-0519.2024.4.4
9. Сніжко Н. В. Білінгвальна предметна компетенція з математики студентів інженерно-технічних спеціальностей. *Наукові інновації та передові технології. Серія «Педагогіка»*. 2024. № 8 (36). С. 1418-1426. DOI: 10.52058/2786-5274-2024-8(36)-1418-1426
10. Сніжко Н. В. Комунікативні якості математичного мовлення студентів, які навчаються на білінгвальній основі. *Наука і техніка сьогодні. Серія «Педагогіка»*. 2024. № 11(39). С. 710-719. DOI: 10.52058/2786-6025-2024-11(39)-710-719

Snizhko N. Assessment and outcome component of the bilingual teaching model for higher mathematics at a technical university

The article presents the theoretical justification and substantive content of the assessment and outcome component of the bilingual teaching model for higher mathematics at a technical university. The relevance of the study is determined by the need to modernize the professional training of future engineers in accordance with the requirements of the European educational area. It also addresses the need to prepare students for professional activity in a multilingual and multicultural environment. It is established that the strategic goal of bilingual teaching of mathematical disciplines is the formation of bilingual subject competence in mathematics. This competence is considered an integrative characteristic. It combines subject knowledge, language skills, and professionally oriented experience.

The structure of bilingual subject competence is defined. It includes subject, linguistic, intercultural, and general professional components. These components are interconnected and ensure an integral training outcome. Based on their characteristics, a system of criteria and indicators of competence formation has been developed. This system provides comprehensive assessment of students' learning outcomes. It is applied in the process of studying mathematics through both the native and a foreign language. The criteria reflect the essential features of each structural component. The indicators specify the level of mathematical knowledge acquisition. They also characterize the ability to perform mathematical communication in a foreign language, readiness for intercultural interaction, and the capacity to apply mathematical tools in professional contexts. Such an approach ensures integrity and measurability of bilingual learning outcomes.

Four levels of competence formation are distinguished: receptive, reproductive-integrative, productive-integrative, and creative. These levels reflect the gradual development of knowledge, skills, mathematical thinking, and foreign language communication. The developed system of criteria and levels increases the objectivity of assessment. It ensures alignment between educational goals and outcomes. It supports the quality of bilingual mathematical training of future engineers. The system also makes it possible to predict expected learning results, introduce timely adjustments to the educational process, and improve its effectiveness in preparing engineers for professional activity in an international and multicultural environment.

Key words: *bilingual education, model of bilingual teaching, subject-oriented didactic models, higher mathematics, bilingual subject competence; Criteria, indicators, levels of competence formation.*

Дата першого надходження статті до видання: 17.02.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 18.03.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 06.05.2026