

Scientific journal

PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION

Has been issued since 2013.

Науковий журнал

ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА

Видається з 2013.

ISSN 2413-158X (online)

ISSN 2413-1571 (print)


<http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/>

*Литвинова С.Г. Білінгвальний підхід у формуванні компетентностей учнів з природничо-математичних предметів на засадах комп'ютерного моделювання. Фізико-математична освіта. 2019. Випуск 3(21). С. 84-92.*

*Lytvynova S. Bilingual approach in forming students' competence in natural mathematical subjects based on computer modeling. Physical and Mathematical Education. 2019. Issue 3(21). P. 84-92.*

DOI 10.31110/2413-1571-2019-021-3-013

УДК 373.3/.5.016:5:004

С.Г. Литвинова

Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України, Україна

s.h.lytvynova@gmail.com

ORCID: 0000-0002-5450-6635

#### БІЛІНГВАЛЬНИЙ ПІДХІД У ФОРМУВАННІ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ УЧНІВ З ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНИХ ПРЕДМЕТІВ НА ЗАСАДАХ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

##### АНОТАЦІЯ

Моніторинг результатів зовнішнього незалежного оцінювання протягом 2017-2019 рр. показав, що такі освітні напрями як фізика, хімія, біологія не є популярними серед випускників закладів загальної середньої освіти (ЗЗСО). Покращити ситуацію можна шляхом активізації освітньої діяльності учнів, зокрема на засадах комп'ютерного моделювання.

**Формулювання проблеми.** Відсутність україномовних ресурсів потребує здійснення кроку до впровадження білінгвального підходу в навчанні природничо-математичних предметів.

**Матеріали і методи.** У процесі дослідження використовувалися методи аналізу педагогічної, методичної літератури і дисертаційних досліджень; системного аналізу для визначення дидактичних складових системи навчання на засадах білінгвального підходу; проектування етапів використання білінгвального підходу в формуванні компетентностей учнів з природничо-математичних предметів на засадах комп'ютерного моделювання.

**Результати.** У статті обґрунтовано поняття природничо-наукова компетентність як здатність особи вивчати й розв'язувати питання, пов'язані природничими науками і математичним опрацюванням даних. Обґрунтовано чотири її складники: здатність пояснювати явища науково, здатність оцінювати та розроблювати наукові дослідження, здатність науково інтерпретувати дані й докази, здатність опрацьовувати результати досліджень математично. У статті уточнено поняття білінгвального підходу як адаптивне використання іноземної мови під час вивчення природничо-математичних предметів з метою формування предметних компетентностей учнів. Описано способи навчання учнів: природний (людина-людина) і цифровий (машина-людина), а також форми використання двох мов (вербальна, письмова, візуальна, аудіальна, комбінована). Обґрунтовано етапи впровадження білінгвального підходу в ЗЗСО (підготовчий, ознайомлювальний, формувальний, підсумковий). Встановлено переваги і недоліки використання білінгвального підходу в ЗЗСО.

**Висновки.** Білінгвальний підхід дозволить вчителям й учням ЗЗСО використовувати комп'ютерне моделювання для підвищення якості навчання природничо-математичних предметів. Подальшого обґрунтування потребує розроблення методичної системи щодо застосування комп'ютерного моделювання в освітньому процесі.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** комп'ютерне моделювання, білінгвальний підхід, заклади загальної середньої освіти, методика впровадження, компетентність з природничо-математичних предметів.

##### ВСТУП

**Постановка проблеми. Ставлення випускників до природничо-математичної освіти.**

В Інчхонській декларації (2015) і Рамковій програмі дій «Освіта 2030» реалізація цілі 4 визначає пріоритетним напрямком розвиток освіти в найближчі 15 років і забезпечення загальної інклюзивної, справедливої якісної освіти і навчання протягом усього життя, що має гарантувати 12-річну безкоштовну якісну освіту з мінімальним обов'язковим терміном навчання не менше дев'яти років. Завданням 4.6 Рамкової програми дій з реалізації Інчхонської декларації визначено забезпечення до 2030 року конкретного результату, а саме, щоб «... всі молоді люди й значна частка дорослого населення, як чоловіків, так і жінок, вміли читати, писати й рахувати...» [20].

Але світова і вітчизняна економіка мають запити на підготовку висококваліфікованих спеціалістів в галузях фізики, хімії, біології, що потребує поглибленого вивчення предметів природничого циклу. Зазначимо, що ці освітні напрями не є популярними серед випускників закладів загальної середньої освіти (ЗЗСО).

Так у 2017 році в зовнішньому незалежному оцінюванні (ЗНО) з української мови та літератури взяли участь 212599 учнів (табл. 1). Візьмемо цю кількість абітурієнтів за 100%.

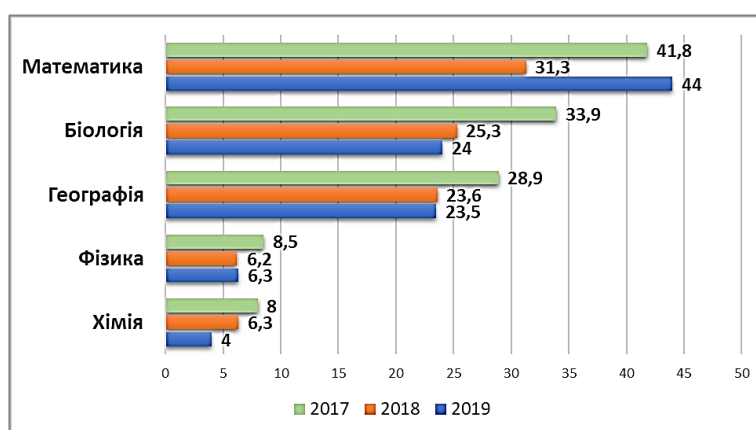
Таблиця 1

**Вибір випускниками закладів загальної середньої освіти природничо-математичних предметів для здачі тестів ЗНО**

Предмет	2017, осіб	2018, осіб	2019, осіб
Українська мова і література	212599	276466	285772
Математика	88827	86710	127104
Біологія	72177	70143	69261
Географія	61572	65491	67216
Фізика	18260	17332	18203
Хімія	17647	17608	11828

Тоді з математики подолали поріг – 41,8% учнів, з географії – 28,9%, біології - 33,9 %, фізики – 8,5% і хімії – 8%. Застосуємо цей підхід до результатів 2018 і 2019 н.р. (рис.1). Найпопулярніші спеціальності які обрали абітурієнти у 2018 році: право, філологія, середня освіта, менеджмент та медицина. У 2019 році відсоток випускників, які обрали природничий напрям – зменшився, а обрані найпопулярніші спеціальності залишилися такими: філологія, право, менеджмент, комп'ютерні науки та середня освіта (<http://testportal.gov.ua>).

Винятком є предмет математика, який у 2019 році оголосили обов'язковим для усіх випускників ЗЗСО.



**Рис. 1. Моніторинг вибору природничо-математичних предметів випускниками ЗЗСО для здачі тестів ЗНО 2017-2019 н.р. (%)**

Для підняття престижу природничих спеціальностей й активізації пізнавальної діяльності учнів під час вивчення природничо-математичних предметів учитель може використовувати інноваційні підходи та засоби, зокрема системи комп'ютерного моделювання (Литвинова, 2018), (Пінчук&Соколюк, 2018). Але використання комп'ютерного моделювання в системі загальної середньої освіти поширюється дуже повільно, на що впливають такі фактори: низький рівень підготовки вчителів природничо-математичних предметів з питання комп'ютерного моделювання, кабінети природничих предметів більшою мірою не підключені до мережі Інтернет, робочі місяця вчителів не оснащені комп'ютерною технікою, відсутнє науково-методичне забезпечення для організації й проведення інноваційних уроків. Головною проблемою ми вважаємо відсутність україномовних ресурсів, зокрема систем комп'ютерного моделювання, яку можна вирішити з упровадженням білінгвального підходу під час вивчення природничо-математичних предметів.

**Аналіз актуальних досліджень.** Результати аналізу закордонного досвіду впровадження білінгвального навчання розкрито в роботах таких дослідників: І. О. Білецька (Білецька, 2012), І. Є Зозуля (Зозуля, 2017). Зокрема О. Г. Ширін (Ширін, 2007) окреслив загальні підходи і обґрунтували основні моделі білінгвального навчання в ЗЗСО. Особливості білінгвального навчання в сучасній українській школі розкрито в роботі Т. В. Бондарчук (Бондарчук, 2013) яка зазначає, що в Україні створені належні умови для розвитку білінгвальної освіти, але існує проблема щодо розробки та забезпечення навчально-методичними матеріалами здобувачів освіти ЗЗСО. Підходи до білінгвального навчання визначені дослідницею В. А. Гаманюк, яка обґрунтувала впровадження білінгвальних модулів в процес навчання учнів (Гаманюк, 2013). Ученими А. М. Гусак і А. О. Ковальчук узагальнено багаторічний досвід білінгвального навчання фізики, результати якого показали, що впровадження такого навчання сприяє зростанню самосвідомості, розширенню світогляду учнів, активізації пізнавальної діяльності та внутрішньої мотивації учнів до навчання, посиленню зв'язків змісту навчання із сучасними вимогами ринку праці (Гусак&Ковальчук, 2011). Окремі аспекти білінгвального навчання фізики майбутніх вчителів ЗЗСО розкрили Л. І. Бондаренко і К. Г. Чернобай (Бондаренко&Чернобай, 2018).

Учені О. В. Мартиненко і Я. О. Чкана (Мартиненко&Чкана, 2018) зазначають, що використання глосарію у процесі білінгвального навчання математичних дисциплін є ефективним методичним засобом, необхідним при формуванні кожним студентом своєї термінологічної бази та встановлення свого власного темпу навчання.

«Навчання учнів старших класів на білінгвальній основі сприяє розвитку їх інформаційної діяльності», доповнює Н. І. Батрова. Вона зазначає: «Якщо процес навчання, спиратиметься на принцип інтеграції іноземної мови й предметного змісту навчальної дисципліни, то таке навчання сприятиме розвитку в учнів старших класів інформаційної та лінгво-інформаційної компетентності, як мети навчання на білінгвальній основі» (Батрова, 2014).

Разом з тим, О. С. Павловою виявлено ризики навчання на білінгвальної основі, а саме: емоційне напруження, відсутність в учнів готовності сприймати нове, невпевненість в своїх силах і здібностях, слабка віра в успіх своєї справи з метою запобігання яких учитель має виважено підбирати методи, методичні прийоми, засоби та форми роботи у відповідності з можливостями учнів. Між педагогом і класом має створюватися позитивний емоційний фон, атмосфера взаєморозуміння і довіри (Павловою, 2011).

Організаційні процеси активізації пізнавальної діяльності учнів на уроках фізики з використанням систем комп'ютерного моделювання обґрунтовано в працях О. П. Пінчук і О. М. Соколюк (Пінчук&Соколюк, 2018).

Таким чином, ми з'ясували, що не існує цілісної концепції білінгвального навчання природничо-математичних предметів для ЗЗСО. Наявні на даний момент наукові результати і роботи охоплюють лише окремі практичні рекомендації з використання однієї іноземної мови під час бінарних уроків або в позаурочний час.

**Мета статті.** З огляду на це метою статті є обґрунтування використання білінгвального підходу в формуванні компетентностей учнів з природничо-математичних предметів на засадах комп'ютерного моделювання.

## МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У процесі дослідження використовувались методи аналізу педагогічної, методичної літератури й дисертаційних досліджень; узагальнення результатів вітчизняного і закордонного досвіду; обґрунтування проектування етапів використання білінгвального підходу в формуванні компетентностей учнів з природничо-математичних предметів на засадах комп'ютерного моделювання; системного аналізу для визначення дидактичних складових системи навчання на засадах білінгвального підходу.

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

### Теоретичні засади формування компетентності учнів з природничо-математичних предметів

Наукова грамотність (Science Literacy) є одним з компонентів дослідження PISA (Programme for International Student Assessment). «Це дослідження сприяє усвідомленню місця природничо-наукових дисциплін в українській школі та їхнього змісту, адже розуміння природничо-наукової освіченості як однієї з ключових компетентностей не в повній мірі відповідає усталеній в Україні традиції навчання фізики, хімії, біології, географії й астрономії в школі» (Вакуленко&Ломакович&Терещенко&Новікова, 2018).

Л. Л. Салехова визначає термін «грамотність» як вміння читати, писати й використовувати мову (Салехова, 2004). Однак експерти Організації Об'єднаних Націй з питань освіти, науки і культури (ЮНЕСКО) запропонували визначити грамотність як «здатність ідентифікувати, розуміти, інтерпретувати, створювати, спілкуватися і обчислювати, використовуючи друковані та письмові матеріали, пов'язані з різними контекстами». Експерти відзначають: «Грамотність – це здатність читати й писати з розумінням простого твердження, пов'язаного з повсякденним життям. Вона охоплює не тільки навички читання й письма, а й базові арифметичні навички (рахунок)» [22].

Концепція наукової грамотності стосується як знань про науку, що вивчає питання створення, розвитку і збереження природи світу, так і знань про наукові технології, що спрямовані на досягнення ефективного розв'язання реальних життєвих проблем. Проте експертами ЮНЕСКО (2018 р.) визначаються окремо компетентності у природничих, точних науках та математична компетентність.

Компетентність у точних науках – це здатність використовувати знання і методології відповідно до людських потреб і бажань. Компетентність у природничих науках передбачає розуміння змін, спричинених людською діяльністю і відповідальність кожного індивідуального громадянина (Вакуленко&Ломакович&Терещенко&Новікова, 2018).

У Державному стандарті початкової загальної освіти (2018 р.) дано визначення предметної математичної компетентності як «особистісне утворення, що характеризує здатність учня (учениці) створювати математичні моделі процесів навколишнього світу, застосовувати досвід математичної діяльності під час розв'язування навчально-пізнавальних і практично зорієнтованих задач».

Тому, **компетентність з природничо-математичних предметів визначимо як здатність особи вивчати й розв'язувати питання, пов'язані природничими науками і математичним опрацюванням даних.**

Компетентність з природничо-математичних предметів включає чотири складники: *здатність пояснювати явища науково, здатність оцінювати та розробляти наукові дослідження, здатність науково інтерпретувати дані й докази, здатність опрацьовувати результати досліджень математично.*

*Здатність пояснювати явища науково, розпізнавати, пропонувати й оцінювати пояснення різних природних і технологічних явищ, демонструючи здатність:*

- згадувати й застосовувати наукові знання про природні явища і процеси;
- виявляти, використовувати й обґрунтовувати природні закономірності та представляти результати;
- робити відповідні прогнози;
- пропонувати часткові гіпотези;
- пояснювати потенційні результати наукових досліджень.

*Здатність оцінювати та розробляти наукові дослідження, описувати й оцінювати наукові дослідження й пропонувати шляхи розгляду питань із наукової позиції, демонструючи здатність:*

- виявляти проблемні питання в конкретному науковому дослідженні;
- розпізнавати питання, які можна вивчати з наукової точки зору;
- пропонувати способи вивчення досліджуваного питання з наукової точки зору;
- оцінювати способи вивчення досліджуваного питання з наукової точки зору;
- описувати й оцінювати надійність даних, їх об'єктивність й узагальнені пояснення.

*Здатність науково інтерпретувати дані й докази, аналізувати й оцінювати наукові дані, твердження й аргументи в різних формах репрезентації та робити відповідні висновки, демонструючи здатність:*

- переносити дані з однієї форми подання в іншу;

- аналізувати й інтерпретувати дані та робити відповідні висновки;
- відрізняти аргументи, зроблені на основі наукових доказів і на основі теорії, від тих, що ґрунтуються на інших міркуваннях;
- оцінювати наукові аргументи й докази з різних джерел (наприклад, з газети, журналів, Інтернету тощо) (Вакуленко&Ломакович&Терещенко&Новікова, 2018).

*Здатність опрацювати результати досліджень математично:*

- використовувати інноваційні та інформаційні технології для здійснення розрахунків та узагальнення даних;
- застосовувати логіко-математичне мислення для вирішення проблем у повсякденному житті, зокрема просторове мислення і математичний апарат (формули, моделі, конструкції, графіки, діаграми);
- математично обґрунтовувати, розуміти математичні докази;
- добирати математичні засоби для опрацювання результатів;
- спілкуватися математичною мовою [23].

Ефективне формування компетентності з природничо-математичних предметів може здійснюватися з використанням спеціального онлайн-середовища (Литвинова, 2010) і сучасних сервісів (Литвинова, 2014) та систем комп'ютерного моделювання (Литвинова, 2018), (Пінчук&Соколюк, 2018).

Наявність закордонних систем комп'ютерного моделювання (CKMod) процесів й об'єктів таких, як Yenka (<http://www.yenka.com/>), CK-12 (<https://www.ck12.org>), Phet (<https://phet.colorado.edu>), Віртуальна хімія (<http://www.chem.ox.ac.uk/vrchemistry/>), Віртуальна хімія (<http://virtualchemistry.org/>), OLABS (<http://www.olabs.edu.in/>), MOZAIK education (<https://www.mozaweb.com>) дає можливість учням підвищити компетентність з природничо-математичних предметів, проте переклад цих ресурсів українською мовою більшою мірою відсутній, що є підставою для використання комп'ютерних моделей в освітньому процесі на засадах білінгвального підходу (рис. 2-3).

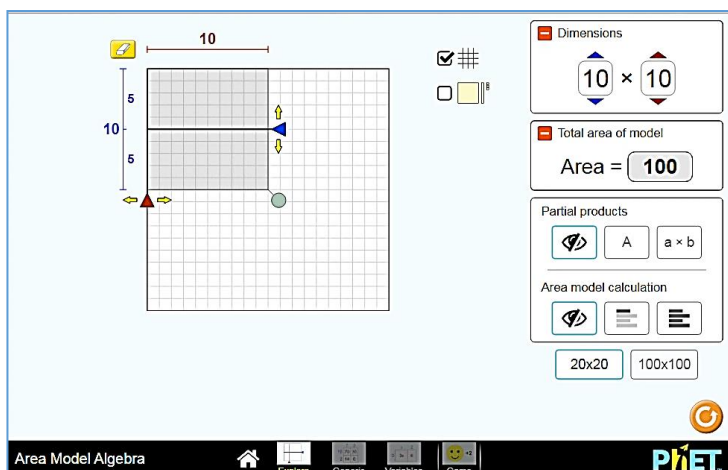


Рис. 2. Комп'ютерне моделювання на сайті phet.colorado.edu (англomовний сайт)

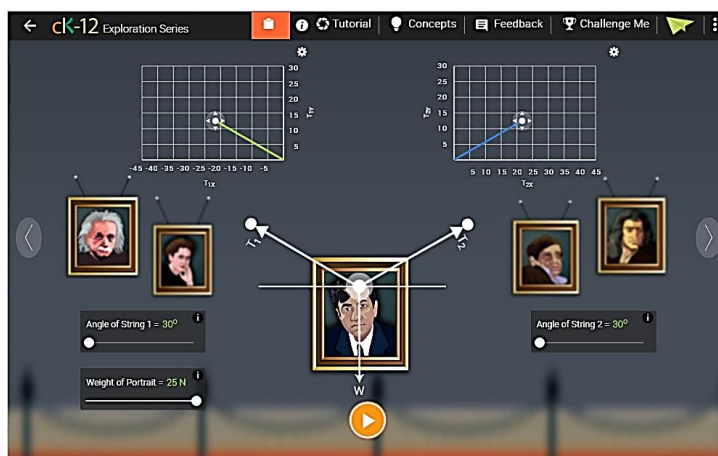


Рис. 3. Комп'ютерне моделювання на сайті www.ck12.org (англomовний сайт)

**Білінгвальний підхід у використанні комп'ютерного моделювання для формування компетентностей учнів з природничо-математичних предметів**

Сьогодні знання іноземної мови, зокрема англійської в освітньому просторі є необхідною умовою для здійснення успішної навчальної, професійної діяльності та культурного розвитку особистості. В Рамковій програмі дій «Освіта 2030» в задачі 4.1 визначено необхідність зміцнення двомовної і багатомовної освіти в багатомовному контексті [20].

Враховуючи відсутність вітчизняних україномовних Інтернет-порталів і цифрових систем з комп'ютерними моделями, що відповідають програмі шкільного курсу з природничо-математичних предметів введення двомовного (білінгвального) підходу в навчання є актуальним, що сформувало новий напрям в білінгвальній освіті.

Теорія білінгвальної освіти інтенсивно розвивається як в Україні, так і за кордоном. Все більше дослідників у своїх роботах підіймають питання використання іноземної мови для вивчення предметів шкільного курсу іноземною мовою і використання її як інструменту навчання (Павлова, 2011).

Розглянемо основні поняття і терміни цього дослідження. Білінгв – людина, яка вільно володіє двома мовами (Семотюк, 2008).

Білінгвальна освіта (Bilingual Education) – це процес здобуття освіти двома мовами: рідною (перша) та іноземною (друга). Вона є процесом використання двох мов, як інструменту навчання для однієї й тієї ж вибірки учнів за допомогою спеціальних програм, які охоплюють весь навчальний план, або його частину. Така програма розвиває у дітей гордість за причетність до двох культур. Білінгвальне навчання – це низка моделей та програм, об'єднаних єдиним принципом: у процесі навчання вживаються дві мови (Бондарчук, 2013).

Білінгвальне навчання є засобом здобуття освіти двома мовами та процесом формування особистості, відкритої до взаємодії з навколишнім світом. У процесі такого навчання іноземну мову розглядають не лише як засіб повсякденної комунікації, але і як інструмент пізнання світу, отримання спеціальних знань, досягнення високого інтегративного рівня мовної та предметної компетентності.

О. Г. Ширін зазначає, що білінгвальне навчання можна розглядати як взаємовигідну діяльність здобувачів освіти і педагога у процесі навчання окремих предметів рідною й іноземною мовами з метою поглиблення освітнього змісту з предмета, що вивчається (Ширін, 2007).

На думку Л. Л. Салехової, у результаті білінгвального навчання відбувається синтез комунікативної і предметної компетентностей. При цьому пояснюється можливість узгодження, аналізування, сортування та оцінювання об'єктів дослідження (Салехової, 2004). Таким чином, реалізовується можливість успішної інтеграції до умов світового освітнього простору.

Враховуючи позитивний досвід учених О. В. Мартиненко і Я. О. Чкана щодо використання глосарію у процесі білінгвального навчання математики, окреслимо цей процес як складову білінгвального підходу у формуванні компетентностей учнів з природничо-математичних предметів на засадах використання комп'ютерного моделювання (Мартиненко&Чкана, 2018).

Білінгвальний підхід – володіння і поперемінне користування тією самою особою або колективом двох різних мов або різних діалектів тієї самої мови (Гусак, 2011).

**На нашу думку, білінгвальний підхід – це адаптивне використання іноземної мови під час вивчення природничо-математичних предметів з метою формування предметних компетентностей учнів.**

Навчання двома мовами можна здійснити двома способами: природним (людина-людина) і цифровим (машина-людина).

Форми використання двох мов можна визначити такі: вербальна, письмова, візуальна, аудіальна, комбінована.

Вербальна – обмін і сприйняття словесних повідомлень.

Письмова – обмін і сприйняття письмових повідомлень.

Візуальна – сприйняття візуальних зображень, знаків, образів візуальної мови.

Аудіальна – сприйняття звукової інформації (тексти тощо).

Комбінована (аудіо-вербально-візуальна) – являє собою синтез вербальної (письмової), візуальної (статичної й динамічної) та аудіальної (усної) форм обміну та сприйняття повідомлень (Тарасова, 2014).

Виділяють чотири моделі білінгвального навчання з точки зору співвідношення рідної і іноземної мови (Ширін, 2007):

1) дублювальна, яка використовується на початковому етапі навчання і за якої пропонується вивчення однієї і тієї ж одиниці змісту рідною та іноземною мовами;

2) адитивна, за якої вивчення іноземною мовою додаткової інформації, яка частково або суттєво збагачує зміст матеріалу, що вивчається рідною мовою;

3) паритетна, за якої рідна і іноземна мова використовуються рівномірно в розкритті змісту природничо-математичних предметів;

4) домінуюча, за якої обсяг іноземної мови перевищує рідну.

Виокремимо види діяльності здобувачів освіти у процесі використання комп'ютерного моделювання на засадах білінгвального підходу:

– читання та розуміння прочитаного: читання слів, термінів, назв об'єктів, текстів завдань англійською мовою;

– слухання та розуміння: аудіо супровід експерименту, аудіо підказки англійською мовою;

– письмо: ведення глосарію, словників, переклад текстів завдань тощо.

Застосування такої діяльності учнів як говоріння на цьому етапі здійснюється в мінімальних обсягах. Для реалізації повноцінного білінгвального навчання вчитель-предметник має володіти іноземною мовою на базовому рівні.

Види дидактичних матеріалів та їхня мова не регламентуються, але їхній рівень має відповідати середній мовній компетентності конкретних учнів.

У процесі вивчення досвіду навчання (Павлова, 2011), враховуючи досвід автора визначено, що білінгвальний підхід для навчання природничо-математичних предметів на засадах використання комп'ютерного моделювання характеризується такими *особливостями*:

1) застосовуються спеціальні білінгвальні методичні прийоми і засоби навчання;

2) застосовуються додаткові двомовні джерела для вивчення природничо-математичних предметів (адаптовані тексти, завдання, задачі, словники, тезауруси);

3) застосовуються різні форми організації білінгвальної навчальної діяльності з використанням систем комп'ютерного моделювання;

4) застосовуються білінгвальні методи навчання з використанням систем комп'ютерного моделювання;

5) створюються умови для активного включення учнів в самостійну роботу з двомовним навчальним матеріалом;

б) створюються умови для інтерактивного включення учнів в самостійну роботу з системами комп'ютерного моделювання або додатковими ресурсами мережі Інтернет.

**Етапи реалізації білінгвального підходу у навчанні природничо-математичних предметів на засадах використання систем комп'ютерних моделей**

У ЗЗСО білінгвальний підхід під час викладання природничо-математичних предметів здійснюється в чотири етапи: підготовчий, ознайомлювальний, формувальний, підсумковий (рис. 4).



Рис. 4. Етапи реалізації білінгвального підходу

**Підготовчий етап** передбачає такі дії вчителя:

- аналіз змісту навчального матеріалу актуальної для вивчення теми з природничо-математичних предметів;
- добір теоретичного матеріалу для засвоєння учнями;
- добір комп'ютерних моделей для уяочення і засвоєння навчального матеріалу учнями;
- розробка пізнавальних задач і добір до них комп'ютерних моделей;
- розробка білінгвального словника до актуальної для вивчення теми з природничо-математичних предметів.

**Ознайомлювальний етап** пов'язаний зі сприйняттям нового матеріалу, при цьому учень здійснює такі дії:

- отримує відомості з природничо-математичних предметів рідною мовою;
- білінгвально (тобто рідною та іноземною мовою) закріплює основні терміни і поняття;
- ознайомлюється з комп'ютерними моделями, їх основними характеристиками, функціоналом та позначеннями.
- виконує роботу зі словником (госларієм), граматичним довідником або дидактичним матеріалом для пошуку невідомих лексичних одиниць і граматичних конструкцій (табл. 2).

Таблиця 2

Зразок словника до уроку

Термін англійською мовою	Транскрипція	Термін українською мовою	Примітки
Wire	[ˈwaɪə]	Дріт	
Battery	[ˈbætri]	Акумулятор	
Light Bulb	[laɪt] [bʌlb]	Лампочка	
Switch	[swɪtʃ]	Вимикач	
Electrons	[ɪˈlek.trɒn]	Електрони	
...			

**Формувальний етап** передбачає, що учні:

- виконують практичні завдання рідною мовою (підручник, посібник, робочий зошит);
- виконують пізнавальні завдання на засадах білінгвального підходу з використанням комп'ютерного моделювання (рис. 5);
- обговорюють отримані результати, висувають і відстоюють свою точку зору, беруть участь у дискусіях;
- беруть участь у формуальному оцінюванні: виконання письмових тестів, диктантів, вправ, завдань.

**Підсумковий етап** передбачає:

- проміжне контрольне оцінювання рівня навчальних досягнень учнів;
- підсумкову контрольну роботу;
- виконання міні-проекту дослідницького змісту тощо.

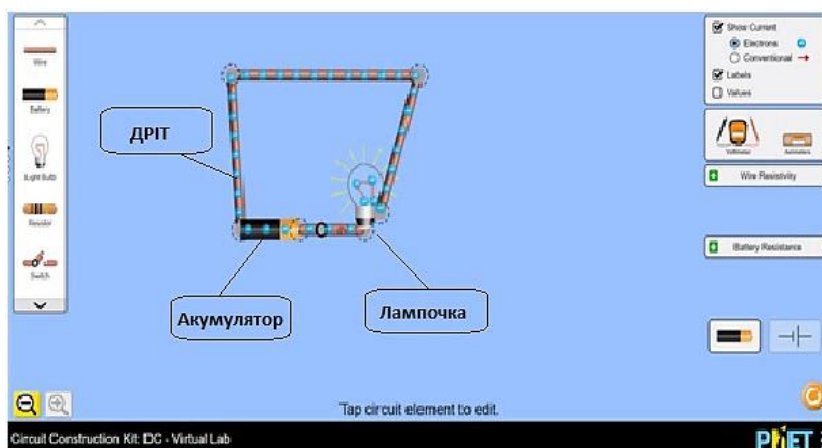


Рис. 5. Побудова електричної схеми учнями (з демонстрацією руху електронів)

**ОБГОВОРЕННЯ**

Недостатній рівень знань учнів основних понять, принципів, законів природничо-математичних предметів шкільного курсу, є однією з основних причин низького рівня зацікавленості здобувачів освіти такими предметами, як фізика, хімія, біологія. Комп'ютерне моделювання природних процесів і розв'язування задач різного типу сприятиме розвитку природничо-математичної компетентності учнів, що, у свою чергу, забезпечить надалі успішне опанування змісту з таких предметів, як фізика, хімія, біологія, математика.

Необхідно відзначити, що впровадження білінгвального підходу у процес навчання природничо-математичних предметів є інноваційним й актуальним, однак він потребує спеціальної підготовки педагогів ЗЗСО, зокрема з питань використання систем комп'ютерного моделювання та знання базових термінів іноземною мовою.

Для формування білінгвально-природничо-математичної компетентності педагогів необхідно впровадити на курсах підвищення кваліфікації та в педагогічних закладах вищої освіти модуль, що охоплював би такі теми:

- системи комп'ютерного моделювання в освітньому процесі;
- пізнавальні завдання для розвитку дослідницьких компетентностей учнів;
- білінгвальний підхід у формуванні компетентностей учнів з природничо-математичних предметів;
- науково-методичне й дидактичне забезпечення освітнього процесу ЗЗСО на білінгвальній основі;
- критерії оцінювання білінгвальної діяльності учнів на природничо-математичних предметах.

Зазначена тематика може бути опанована вчителем в рамках неформальної та інформальної освіти. Особливу увагу потрібно приділити таким складовим як: розробка словників, глосаріїв, білінгвальних карток, пізнавальних завдань.

**ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ**

Інформаційно-комунікаційні технології і знання англійської мови забезпечать можливість швидкого інтегрування здобувачів освіти в інформаційно-освітнє середовище, що дозволить оперативно використовувати сучасні Інтернет-ресурси в освітньому процесі, в тому числі комп'ютерне моделювання для підвищення якості навчання природничо-математичних предметів.

Комп'ютерне моделювання об'єктів і процесів на природничо-математичних предметах дасть можливість учням ЗЗСО глибше зрозуміти природу світу, розвивати як творчі, так і дослідницькі навички, засвоїти процес розробки експерименту. Активізація діяльності учнів у цьому напрямку дасть можливість підвищити інтерес учнів до природничо-математичних предметів.

За погодженням з адміністрацією закладу загальної середньої освіти доцільно використовувати як білінгвальний підхід, так і дублювальну й адитивну моделі білінгвального навчання з природничо-математичних предметів. Це дасть можливість не тільки збагатити словниковий запас учнів, а й підвищити їх компетентність з іноземної мови. Цей вибір визначається мовною підготовкою учнів, а також бажанням не нашкодити учням в засвоєнні навчального матеріалу.

До *переваг* впровадження білінгвального підходу можна віднести – крок в напрямку розвитку природничо-математичної освіти кількома мовами (мультикультурна освіта). *Недоліки* білінгвального підходу пов'язані з тим, що іноземна мова має бути введена в навчання природничо-математичних предметів. Білінгвальне навчання потребує спеціальної підготовки вчителів природничо-математичних предметів, підручників, робочих зошитів. Білінгвальний підхід потребує розробки тематичних глосаріїв, словників.

Зазначимо, що розроблення та уніфікація програм білінгвального навчання для ЗЗСО є першочерговим завданням. Важливою залишається процедура апробації підручників і посібників.

Подальшого обґрунтування потребує розроблення методичних рекомендацій щодо застосування білінгвального підходу на природничо-математичних предметах в ЗЗСО з метою формуванні компетентностей учнів на засадах комп'ютерного моделювання.

**Список використаних джерел**

1. Батрова Н. И. Моделирование процесса обучения информационно-коммуникационным технологиям учащихся старших классов на билингвальной основе : дис. ... к-та. пед. наук : 13.00.01 / Марийский государственный университет. Йошкар-Ола, 2014. 176 с.  
Салехова Л. Л. Теория и практика развития школ с билингвальным обучением. Казань: Казанск. Ун-т, 2004. 204 с.
2. Білецька І. О. Двомовна освіта у середніх навчальних закладах США : історія становлення. *Наукові записки*. Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2012. Вип. 104 (2). С. 14–18.
3. Боднарчук Т. В. Особливості розвитку білінгвальної освіти у сучасній українській школі. *Педагогіка. Розділ 1: зб. наук. праць*. Київ, 2013. Вип. 14. С. 37-42.
4. Бондаренко Л. І., Чорнобай К. Г. Білінгвальне навчання фізики при підготовці майбутніх фахівців у закладах вищої освіти. *Фізико-математична освіта*. 2018. Випуск 2(16). С. 23-26.
5. Гаманюк В. А. Підходи до білінгвального навчання у освіті ФРН. *Духовність особистості: методологія, теорія і практика*. 2013. Вип. 3. С. 31-40.
6. Гусак А. М., Ковальчук А. О. Білінгвальний підхід до викладання фізики у сучасній школі. *Рідна школа*. 2011. № 10. С. 48-50.
7. Зозуля І. Є. Білінгвальне навчання в контексті сучасних інтеграційних концепцій освіти. *Матеріали XLVI науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ*. Вінниця, 2017. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-hum/all-hum-2017/paper/view/2186> (дата звернення 20.08.2019)
8. Литвинова С. Г. Віртуальний клас як комп'ютерно орієнтоване навчальне середовище вчителя загальноосвітнього навчального закладу. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2011. №2 (22). URL: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/331/387> (дата звернення 20.08.2019).
9. Литвинова С. Г. Облачно ориентированная учебная среда школы: от кабинета до виртуальных методических

- предметных объединений учителей. *Образовательные технологии и общество*. 2014. №1(17). С.457-468.
10. Литвинова С. Г. Формування On-line навчального середовища в загальноосвітніх навчальних закладах. *Комп'ютер у школі та сім'ї*. 2010. № 8. С. 25-26.
  11. Литвинова С.Г. Система комп'ютерного моделювання об'єктів і процесів та особливості її використання в навчальному процесі закладів загальної середньої освіти. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2018. Том 64. № 2. С. 48-65. URL: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/2111/1330> (дата звернення: 20.08.2019).
  12. Мартиненко О. В., Чкана Я. О. Використання глосарію при білінгвальному навчанні математичних дисциплін іноземних студентів у педагогічних університетах. *Матеріали III Міжнародної науково-методичної конференції «ІТМ\*плюс – 2018»*. Суми, 2018. С. 114-115.
  13. Павлова О.С. Методика білінгвального навчання хімії учасників основної школи: автореф. дис. на соиск. науч. степени к-та пед. наук. : 13.00.02 / Санкт-Петербург, 2011. 23 с.
  14. Пінчук О.П., Соколюк О.М. Навчально-пізнавальна діяльність учнів в умовах використання інтернет орієнтованих освітніх технологій. *Одинадцята міжнародна науково-практична конференція ІОУ-2018*. Вінниця, 2018. С. 266-267.
  15. Пінчук О.П., Литвинова С.Г., Буров О.Ю. Синтетичне навчальне середовище – крок до нової освіти. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2017. Вип. 4 (60). С. 28-45. URL: <http://lib.iitta.gov.ua/709301/1/1831-7809-1-PB-CS%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B5.pdf> (дата звернення 20.08.2019).
  16. Салехова Л. Л. Теория и практика развития школ с билингвальным обучением. Казань: Казанск. Ун-т, 2004. 204 с.
  17. Семотюк О.П. Сучасний словник іншомовних слів. Харків: Веста, 2008. С. 91.
  18. Тарасова Н. С. Класифікація форм комунікації в епоху панування візуальних образів. *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна*, 2014. № 1122. С. 33-38.
  19. Ширин А. Г. Билингвальное образование в отечественной и зарубежной педагогике: автореф. дис. на соиск. науч. степени д-ра пед. наук. : 13.00.01 / Великий Новгород, 2007. 54 с.
  20. Education 2030: Incheon Declaration and Framework for Action for the implementation of Sustainable Development Goal 4: Ensure inclusive and equitable quality education and promote lifelong learning... URL: [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000245656\\_rus](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000245656_rus) (дата звернення 20.08.2019).
  21. PISA: природничо-наукова грамотність / уклад. Т. С. Вакуленко, С. В. Ломакович, В. М. Терещенко, С. А. Новікова; перекл. К. Є. Шумова. Київ : УЦОЯО, 2018. 119 с.
  22. The Plurality of Literacy and its implications for Policies and Programs. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000136246> (дата звернення 20.08.2019).
  23. UNESCO ICT Competency Framework for Teachers, 2018. URL: <https://www.gcedclearinghouse.org/sites/default/files/resources/190056eng.pdf> (дата звернення 20.08.2019).

#### References

1. Batrova N. I. (2014). Modelirovanie processa obuchenija informacionno-kommunikacionnym tehnologijam uchashhihsja starshih klassov na bilingval'noj osnove [Bilingual modeling of the process of teaching information and communication technologies for high school students]. *Extended abstract of Doctor's thesis*. Yoshkar-Ola: Mari State University [in Russian].
2. Biletska I. O. (2012). Dvovovna osvita u serednikh navchalnykh zakladakh SSHA : istoriia stanovlennia. [Bilingual education in US secondary schools: a history of becoming]. *Naukovi zapysky KDPU im. V. Vynnychenka – Proceedings KSPU them. V. Vinnichenko*, 104 (2), 14–18 [in Ukrainian].
3. Bodnarchuk T. V. (2013). Osoblyvosti rozvytku bilinhvalnoi osvity u suchasni ukrainskii shkoli. [Features of development of bilingual education in the modern Ukrainian school]. *Pedahohika – Pedagogy*, 14, 37-42 [in Ukrainian].
4. Bondarenko L. I. & Chornobai K. H. (2018). Bilinhvalne navchannia fizyky pry pidhotovtsi maibutnikh fakhivtsiv u zakladakh vyshchoi osvity. [Bilingual training in physics in the preparation of future specialists in higher education institutions]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and mathematical education*, 2(16), 23-26 [in Ukrainian].
5. Hamaniuk V. A. (2013). Pidkhody do bilinhvalnoho navchannia u osviti FRN. [Approaches to bilingual education in German education]. *Dukhovnist osobystosti: metodolohiia, teoriia i praktyka – Personality spirituality: methodology, theory and practice*, 3, 31-40 [in Ukrainian].
6. Husak A. M. & Kovalchuk A. O. (2011). Bilinhvalnyi pidkhid do vykladannia fizyky u suchasni shkoli [A bilingual approach to teaching physics in a modern school]. *Ridna shkola – Home school*, 10, 48-50 [in Ukrainian].
7. Zozulia I. Ye. (2017). Bilinhvalne navchannia v konteksti suchasnykh intehratsiinykh kontseptsii osvity. [Bilingual learning in the context of modern integration concepts of education.]. *Materialy XLVI nauково-tekhnichnoi konferentsii pidrozdiliv VNTU – Proceedings of the XLVI Scientific and Technical Conference of VNTU divisions*. Retrieved from <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-hum/all-hum-2017/paper/view/2186> [in Ukrainian].
8. Lytvynova S. H. (2011). Virtualnyi klas yak kompiuterno oriietovane navchalne seredovyshe vchytelia zahalnoosvitnoho navchalnoho zakladu. [Virtual Classroom as Computer-Oriented Educational Environment for Primary School Teacher]. *Informatsiini tekhnolohii i zasoby navchannia – Information technology and learning tools*, 2(22). Retrieved from <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/331/387> [in Ukrainian].
9. Lytvynova S. H. (2014). Oblachno oryentirovannaia uchebnaia sreda shkoly: ot kabyneta do vrytualnykh metodycheskykh predmetnykh obyedyneniy uchyteliei. [Cloud-oriented learning environment of the school: from the classroom to the virtual methodological subject associations of teachers]. *Образовательные технологии и общество – Educational technologies and society*, 1(17), 457-468 [in Ukrainian].
10. Lytvynova S. H. (2010). Formuvannia On-line navchalnoho seredovyscha v zahalnoosvitnikh navchalnykh zakladakh. [Formation of On-line learning environment in secondary schools]. *Kompiuter u shkoli ta simi – Computer at school and family*, 8, 25-26 [in Ukrainian].
11. Lytvynova S. H. (2018). Systema kompiuternoho modeliuвання obiektiv i protsesiv ta osoblyvosti yii vykorystannia v navchalnomu protsesi zakladiv zahalnoi serednoi osvity. [Computer simulation of objects and processes and peculiarities of



- their use in the educational process of general secondary education institutions]. *Informatsiini tekhnologii i zasoby navchannia – Information technology and learning tools*, 2(64), 48-65. Retrieved from <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/2111/1330> [in Ukrainian].
12. Martynenko O. V. & Chkana Ya. O. (2018). Vykorystannia hlosariiu pry bilinhvalnomu navchanni matematychnykh dystsyplyn inozemnykh studentiv u pedahohichnykh universytetakh. [Use of glossary in bilingual teaching of mathematical disciplines of foreign students in pedagogical universities]. *Materialy III Mizhnarodnoi naukovo-metodychnoi konferentsii "ITM\*plus – 2018" – Proceedings of the Third International Scientific and Methodological Conference "ITM\*Plus – 2018"*. (pp. 114-115). Sumy [in Ukrainian].
  13. Pavlova O. S. (2011). Metodika bilingval'nogo obuchenija himii uchashhihsja osnovnoj shkoly. [Methods of bilingual chemistry education in primary school students]. Doctor's thesis. Sankt-Peterburg [in Russian].
  14. Pinchuk O. P. & Sokolyuk O. M. (2018). Navchal"no-piznaval"na diyal"nist" uchniv v umovax vykorystannya internet oriyentovanyx osvithnix texnologij. [Teaching and learning activities of students in the use of Internet-oriented educational technologies] *Odyndacyata mizhnarodna naukovo-praktychna konferenciya "ION-2018" – Eleventh International Scientific and Practical Conference "IES-2018"* (pp. 266-267) [in Ukrainian].
  15. Pinchuk O. P., Lytvynova S. H. & Burov O. Yu. (2017). Syntetychne navchal"ne seredovyshe – krok do novoyi osvity. [Synthetic learning environment – a step towards new education] *Informacijni tekhnolohiyi i zasoby navchannya – Information Technology and Learning Tools*, 4 (60). 28-45. Retrieved from <http://lib.iitta.gov.ua/709301/1/1831-7809-1-PB-C%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B5.pdf> [in Ukrainian].
  16. Salehova L. L. (2004). *Teorija i praktika razvitija shkol s bilingval'nym obucheniem [Theory and practice of developing schools with bilingual education]*. Kazan': Kazansk. Un-t [in Russian].
  17. Semotiuk O. P. (2008). *Suchasnyi slovnyk inshomovnykh sliv. [Modern dictionary of foreign words]*. Xarkiv: Vesta [in Ukraine].
  18. Tarasova N. S. (2014). Klasyfikatsiia form komunikatsii v epokhu panuvannia vizualnykh obraziv. [Classification of forms of communication in the era of the dominance of visual images]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho universytetu imeni V. N. Karazina - Bulletin of the V. N. Kharkiv National University Karazin*, 1122, 33-38 [in Ukrainian].
  19. Shirin A. G. (2007). Bilingval'noe obrazovanie v otechestvennoj i zarubezhnoj pedagogike. [Bilingual education in domestic and foreign pedagogy]. Extended abstract of Doctor's thesis. Velikij Novgorod [in Russian].
  20. Education 2030: Incheon Declaration and Framework for Action for the implementation of Sustainable Development Goal 4: Ensure inclusive and equitable quality education and promote lifelong learning... (2016). Retrieved from <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000245656>
  21. Vakulenko T. S., Lomakovich S. V., Tereshhenko V. M. & Novikova S. A. (2018). *PISA: pryrodnycho-naukova hramotnist [PISA: science and literacy]* (Shumova K. E. Trans.). Kyiv: UTSOIAO [in Ukrainian].
  22. The Plurality of Literacy and its implications for Policies and Programs. (2004). Retrieved from <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000136246>
  23. UNESCO ICT Competency Framework for Teachers, (2018). Retrieved from <https://www.gcedclearinghouse.org/sites/default/files/resources/190056eng.pdf>

#### BILINGUAL APPROACH IN FORMING STUDENTS' COMPETENCE IN NATURAL MATHEMATICAL SUBJECTS BASED ON COMPUTER MODELING

*Lytvynova Svitlana*

*Institute of Information Technologies and Learning Tools of National Academy of Education Sciences of Ukraine*

**Abstract.** *The monitoring of the results of the external independent evaluation during 2017-2019 showed that such educational fields as physics, chemistry, biology are not popular among graduates of general secondary education institutions (GSEI). The situation can be improved by activating students' educational activities, in particular applying computer modeling.*

**Problem formulation.** *The lack of Ukrainian language studying resources requires a step towards the bilingual approach implementation in natural mathematical sciences teaching.*

**Materials and methods.** *The methods of pedagogical and methodological literature as well as dissertation work analysis were used in the research process; the methods of systematic analysis were used to determine the didactic components of the bilingual learning system; designing the stages of the bilingual approach use in the formation of natural – mathematical subjects students' competences on the basis of computer modeling.*

**Results.** *The article substantiates the notion of natural science competence as the ability of a person to study and solve questions related to science and ideas about science. Its three components are substantiated: the ability to explain phenomena scientifically, the ability to evaluate and develop scientific research, the ability to scientifically interpret data and evidence. The article clarifies the notion of the bilingual approach as an adaptive use of a foreign language in the study of mathematics based on the use of computer modeling. The following ways of teaching students are described: natural (human-human) and digital (machine-human), as well as bilingual forms (verbal, written, visual, aural, combined). The stages of implementation of the bilingual approach in the GSEI (preparatory, introductory, formative, final) are substantiated. The advantages and disadvantages of using the bilingual approach in the GSEI are identified.*

**Conclusions.** *The use of bilingual approach will allow GSEI teachers and students to use computer simulation to improve natural – mathematical subjects learning. The development of a methodological system for the use of computer simulation in the educational process requires further justification.*

**Keywords:** *computer simulation, bilingual approach, general secondary education institutions, implementation stages, scientific competence, CMODS.*