

Scientific journal

PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION

Has been issued since 2013.

ISSN 2413-158X (online)

ISSN 2413-1571 (print)

Науковий журнал

ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА

Видається з 2013.


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

Литвинова С.Г. Моделі впровадження і оцінювання ефективності системи комп'ютерного моделювання як інноваційної освітньої ік-технології. Фізико-математична освіта. 2019. Випуск 2(20). С. 80-88.

Lytvynova S. Models Of Implementation And Evaluation Of The Efficiency Of A Computer Modeling System As An Innovative Educational Ic-Technology. Physical and Mathematical Education. 2019. Issue 2(20). P. 80-88.

DOI 10.31110/2413-1571-2019-020-2-013

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

### МОДЕЛІ ВПРОВАДЖЕННЯ І ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ЯК ІННОВАЦІЙНОЇ ОСВІТНЬОЇ ІК-ТЕХНОЛОГІЇ

#### АНОТАЦІЯ

**Формулювання проблеми.** Низький рівень навчальних досягнень учнів з природничо-математичних предметів потребує впровадження новітніх підходів та технологій. Стрімкий розвиток інформаційних та цифрових технологій спонукає вчителя до вибору ІК-технологій, зокрема систем комп'ютерного моделювання (СКМод) для задоволення освітніх потреб учнів XXI ст., які в своєму звичайному середовищі постійно використовують такі комп'ютерні засоби, як мобільні телефони, планшети, ноутбуки та ін. Сучасним підліткам досить важко навчатися без доступу до мережі Інтернет, а в освітньому процесі не вистачає засобів, методичної підтримки, дидактичних матеріалів, комплексних рішень для впровадження новітніх ІК-технологій.

**Матеріали і методи.** У процесі дослідження використовувались методи аналізу педагогічної, методичної літератури і дисертаційних досліджень; здійснювалося узагальнення результатів вітчизняного і зарубіжного досвіду, обґрунтування вибору моделі визначення рівня використання СКМод як інноваційної ІК-технології, розробки процедурної моделі впровадження ІК-технології і моделі оцінювання суб'єктивної ефективності використання СКМод.

**Результати.** Узагальнено міжнародний і вітчизняний досвід щодо впровадження інноваційних ІК-технологій (на прикладі СКМод). Виявлено, що поліпшення освітнього процесу здійснюється за такими напрямками: розвиток освітнього середовища, використання інноваційних засобів навчання, впровадження новітніх технологій навчання, удосконалення організаційних форм навчання. Обґрунтовано модель структури впровадження ІК-технологій в закладах освіти і визначено чотири рівні використання ІК-технологій в освітньому процесі на засадах моделі SARM (підміна, накопичення, модифікація і перетворення). Розроблено процедурну модель впровадження інноваційної ІК-технології і обґрунтовано шість етапів впровадження (адаптація, оцінювання потенціалу, розширення мережі взаємодії, вибір стратегії, усунення проблем, оцінювання результатів). Узагальнено поняття «суб'єктивна корисність і «суб'єктивна простота». Обґрунтовано і розроблено модель оцінювання суб'єктивної ефективності використання системи комп'ютерного моделювання в освітньому процесі.

**Висновки.** Запропонована авторська модель структури впровадження ІК-технологій в закладах освіти може бути застосована для будь-якої освітньої ІК-технології, що дає можливість здійснювати моніторинг рівня впровадження ІК-технології вчителями, поетапне впровадження ІК-технологій в закладах освіти і оцінювання ефективності використання системи комп'ютерного моделювання не тільки з технічної точки зору як засобу досягнення певних освітніх цілей, а й з точки зору простоти його використання, що підвищить ймовірність і якість впровадження ІК-технологій в освітній процес. Зазначимо, що комп'ютерне моделювання є важливою складовою освітнього процесу. Поєднання суб'єктивного і об'єктивного оцінювання дозволить знайти рішення для ефективного впровадження і використання системи комп'ютерного моделювання в закладах загальної середньої освіти. Теоретичне обґрунтування використання СКМод як новітньої ІК-технології дає підстави для проведення експерименту в реальних умовах закладів загальної середньої освіти.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** система комп'ютерного моделювання, СКМод, моделювання, заклади загальної середньої освіти, природничо-математична освіта, новітні ІК-технології, впровадження.

#### ВСТУП

**Постановка задачі.** Стрімкий розвиток інформаційних та цифрових технологій спонукає вчителя до пошуку нових підходів до навчання учнів XXI ст., які в своєму звичайному середовищі постійно використовують такі комп'ютерні засоби, як мобільні телефони, планшети, ноутбуки або комп'ютери/десктопи. Сучасним підліткам досить важко навчатися без

доступу до мережі Інтернет, а в освітньому процесі не вистачає засобів, методичної підтримки, дидактичних матеріалів для впровадження онлайн-технологій навчання.

Нині багатьма вітчизняними і зарубіжними вченими, педагогами вищих закладів освіти та вчителями загальноосвітніх навчальних закладів здійснюється активний пошук та добір ефективних моделей впровадження інформаційних технологій з метою поліпшення освітнього процесу. Поліпшення освітнього процесу може здійснюватися за такими напрямками: розвиток освітнього середовища (школи, університету, закладів позашкільної освіти); використання інноваційних засобів навчання (е-підручників, дистанційних курсів, електронних освітніх ігрових ресурсів, 3D-принтерів); впровадження новітніх технологій навчання (систем комп'ютерного моделювання (СКМод), хмарних сервісів, доповненої та віртуальної реальності, використання інноваційних інформаційно-комунікаційних технологій (ІК-технологій) в освітньому процесі); удосконалення організаційних форм освітньої діяльності (е-пошта, вебінари, онлайн-збори для спілкування з батьками). Мета нових практик полягає в підвищенні якості освітніх послуг, так і рівнів навчальних досягнень учнів (Центр вивчення інновацій в освіті, 2019).

Усі ці процеси можна визначити як впровадження інновацій. Більшість сучасних інновацій, що впроваджуються в освітніх закладах, пов'язані з використанням інформаційно-комунікаційних технологій (ІК-технологій).

До інноваційних ІК-технологій віднесемо СКМод. Під СКМод будемо розуміти програмні засоби нового покоління, призначені для анімаційної візуалізації явищ і процесів, побудови стратегій дій, виконання чисельних розрахунків будь-якого рівня складності та спрямованих на унаочнення та розв'язання задач різних типів (Lytvynova, 2018). Прикладами СКМод можуть бути: <https://phet.colorado.edu>, <https://interactives.ck12.org> та ін. СКМод поєднує в собі як статичні, так і анімаційні, інтерактивні об'єкти, тому її можемо розглядати в аспекті інноваційної освітньої технології з елементами гейміфікації (Литвинова, 2018).

На сучасному етапі розвитку і реформування загальної середньої освіти відчувається потреба в упровадженні СКМод в контексті реалізації Концепції нової української школи, зокрема компетентнісного підходу. Однак існує низка проблем за яких спостерігається відсутність моделей впровадження і оцінювання ефективності використання ІК-технологій, зокрема СКМод в освітньому процесі.

Означені проблеми були зазначені вченими (Petri&Wangenheim, 2017), які провели аналіз 112 статей, що описують 117 досліджень у яких обґрунтовано оцінювання ІК-технологій навчання (аспект гейміфікації). За результатами дослідження було встановлено, що більшість дослідників проводили експерименти в два етапи: на першому використовувалася ІК-технологія (освітня гра), а на другому проводилося опитування/анкетування учнів/студентів. Більшість наведених результатів було представлено з невеликими за чисельністю респондентів вибірками і з використанням якісних методів аналізу даних. Вони також зазначають, що в більшості досліджень не використовується чітко визначена модель або метод оцінювання. Це доводить, що існує необхідність методологічної підтримки роцедури оцінювання ІК-технологій, зокрема технологій з ігровим змістом, наприклад, СКМод.

Ці проблеми стосуються не тільки впровадження СКМод в освітній процес, наявність великої кількості ІК-технологій та сервісів обумовлює необхідність розроблення інструментів їхнього оцінювання з метою:

- визначення ефективності використання ІК-технологій в якості інструментів навчання;
- добору функціоналу ІК-технологій для задоволення освітніх потреб;
- організації доступу до ІК-технологій (повсюдного, локального);
- розроблення та удосконалення методології використання ІК-технологій та ін.

Проблемою залишається не тільки оцінювання самої технології, рівнів її використання педагогами, а й оцінювання ефективності її використання для навчання учнів й освітньому процесі в цілому.

#### **Аналіз актуальних досліджень.**

Питання впровадження ІК-технологій є багатовекторним, тому вченими проаналізовано різні аспекти цього процесу.

Учені (Goldin&Katz, 2009) зазначають, що саме у XX столітті освіта стала домінуючим фактором і наводять низку переконливих аргументів щодо важливості її розвитку і використання технологічних інновацій в системі загальної середньої освіти, що дасть змогу сформувати особистість XXI ст.

Питання готовності вчителів до впровадження інноваційних технологій, здійснення ними інноваційної діяльності в закладах освіти обґрунтовано в роботі «Інновації в сучасній освіті» (Дубасенюк, 2014), який стверджує, що цей процес має здійснюватися поступово – поетапно.

Про важливість впровадження ІК-технологій в систему освіти піднімає питання (Schleicher, 2018) і наголошує про необхідність мотивації учасників освітнього процесу для створення інноваційного середовища навчання, що необхідно як для сучасних, так і майбутніх учнів шкіл.

Важливість впровадження інноваційних ІК-технологій, зокрема СКМод для підвищення якості природничо-математичної освіти обґрунтовано в працях (Bugov, 2018), який розкриває аспект використання ІК-технологій в STEM-освіті як засобу підвищення ефективності навчання. Учені (Пінчук&Соколюк, 2018; Слободяник, 2018) піднімають питання активізації пізнавальної діяльності учнів в умовах цифрової трансформації навчального середовища, як засобу підвищення якості природничо-математичної освіти.

Новітні підходи використання комп'ютерного моделювання для формування компетентностей студентів на засадах впровадження різних форм і методів використання програмно-імітаційних комплексів в освітньому процесі розкрито в працях молодих вчених (Антонюк, 2018; Концедайло, 2018).

На цьому етапі наукового пошуку теоретичні та практичні аспекти формування і розвитку середовища закладу освіти, розкрито у працях багатьох вітчизняних учених таких як (Биков, 2009; Жук, 2014; Лапінський, 2014; Морзе, 2011; Панченко, 2013; Спірін, 2009; Триус, 2012) та ін. Однак комплексного рішення або моделі впровадження інноваційної ІК-технології у закладах загальної середньої освіти вченими запропоновано не було. Отже це питання науковою спільнотою розкрито не повною мірою.

**Мета статті** полягає в обґрунтуванні структури моделі впровадження ІК-технологій в закладах освіти та обґрунтуванні її основних компонентів: моделі визначення рівнів впровадження ІК-технологій в освітній процес, процедурної моделі впровадження інноваційної ІК-технології в закладах освіти, моделі сприйняття ІК-технології як засобу оцінювання суб'єктивної ефективності ІК-технології (на прикладі системи комп'ютерного моделювання).

### МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У процесі дослідження використовувались методи аналізу педагогічної, методичної літератури і дисертаційних досліджень; здійснювалося узагальнення результатів вітчизняного і зарубіжного досвіду; обґрунтування вибору моделі визначення рівня використання СКМод як інноваційної ІК-технології, розробки процедурної моделі впровадження ІК-технології і моделі оцінювання суб'єктивної ефективності використання СКМод. Це дослідження виконувалося в рамках науково-дослідної роботи «Система комп'ютерного моделювання пізнавальних завдань для формування компетентностей учнів з природничо-математичних предметів» (НДР №0118U003160), що здійснюється в Інституті інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України.

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Багаторічний авторський досвід впровадження ІК-технологій дав можливість визначити три основні компоненти, що впливають на активне впровадження і використання ІК-технологій в освітньому процесі, а саме: рівень використання ІК-технологій педагогами; технологія впровадження новітніх ІК-технологій педагогами та оцінювання ефективності використання ІК-технологій педагогами в освітньому процесі (рис. 1), що в сукупності представляє *модель структури впровадження ІК-технологій в закладах освіти*.

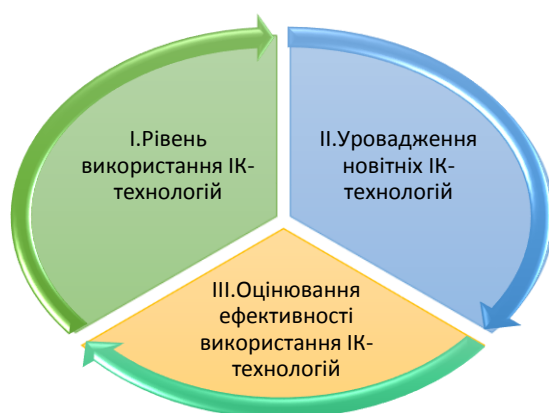


Рис. 1. Модель структури впровадження ІК-технологій в закладах освіти

Розглянемо детальніше компоненти моделі структури для розуміння побудови системи впровадження ІК-технологій, зокрема СКМод в освітній процес закладів загальної середньої освіти.

#### Рівень використання ІК-технологій педагогами

Для визначення рівня використання педагогами ІК-технологій в освітньому процесі візьмемо за основу модель SAMR (Substitution, Augmentation, Modification, Redefinition), розроблену вченим Р. Пуентедуро (Ruben Puentedura) і розглянемо її в аспекті інноваційної ІК-технології (рис. 2). За цією моделлю можна визначити на якому рівні педагоги використовуються ІК-технології в освітньому процесі і як вони можуть впливати на розвиток освітнього середовища та навчання учнів (<http://www.hippasus.com/>).

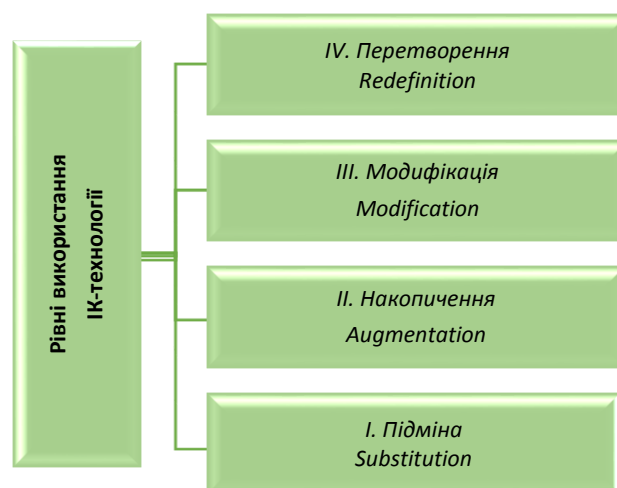


Рис. 2. Моделі SAMR - рівні використання ІК-технологій педагогами

*Перший рівень - підміна (Substitution).*

Комп'ютерні технології використовуються для виконання тих самих дії, що і раніше (до комп'ютерів). Наприклад: друк тексту (твір), тестування (е-тест) або заміна приладів комп'ютерними моделями (СКМод). Використання комп'ютера відбувається за рахунок будь-яких інших можливих переваг. Учителю як інструктор спрямовує всі аспекти уроку і залишається центральною фігурою в класі.

*Другий рівень - накопичення (Augmentation).*

Комп'ютерні технології пропонує ефективний інструмент для виконання індивідуального завдання, накопичення власного досвіду використання ІК-технологій в освітніх цілях. Наприклад, Office 365 або Google Apps або аналіз даних на засадах використання СКМод. Відбувається зміщення фокусу навчання з учителя на учня. Відбувається процес активного включення ІК-технологій в освітню діяльність. Результатом миттєвої зворотної зв'язки є те, що учні починають брати активнішу індивідуальну участь у процесі навчання.

*Третій рівень - модифікація (Modification).*

Комп'ютерні технології використовуються для виконання завдань, загальних для всього класу. Наприклад, аудіозапис есе або есе-презентація, відео-фрагмент з текстовим супроводом або моделювання процесів живої природи на засадах використання СКМод. Виникає функціональна зміна в роботі учнів класу. Питання про те, як розвинути навички все частіше приходять від учнів. Кожен учень особисто зацікавлений в якісному виконанні освітніх завдань.

*Четвертий рівень - перетворення (Redefinition).*

Комп'ютерні технології використовуються для виконання завдань, які не могли бути вирішені раніше – співпраця у команді, е-обмін даними. Наприклад, OneNote або Sway в Office 365, або виконання міні-проекту з природничо-математичних предметів на засадах використання СКМод. Учасники команди співпрацюють, для виконання конкретного завдання або вирішення проблеми; отримують зовнішню підтримку, інформацію або дані. На цьому рівні комп'ютерні технології існують не як мета, а як засіб навчання.

Цю модель можна застосувати для моніторингу впровадження ІК-технологій в освітню діяльність педагога. Крім моніторингу важливим етапом активного використання СКМод є процедура впровадження в освітній процес.

**Впровадження ІК-технологій педагогами**

Розглянемо процедурну модель впровадження ІК-технологій за якою можна впроваджувати СКМод в освітній процес, що дозволить забезпечити якісні перетворення процесу вивчення природничо-математичних предметів (Литвинова, 2016) (рис. 3).



**Рис. 3. Процедурна модель впровадження ІК-технологій в освітній процес**

Процедурна модель включає шість основних етапів впровадження ІК-технологій, яких необхідно дотримуватися вчителям-предметникам, а саме:

*Етап 1. Адаптація ІК-технології.*

Апробувати вже існуючу інноваційну технологію, зокрема СКМод і адаптувати її для своєї педагогічної діяльності. Для успішного перетворення освітнього процесу необхідно стежити за більш поширеними технологіями, наприклад, не можна ігнорувати використання мережі інтернет та соціальних мереж для забезпечення освітньої комунікації (Burov&Lytyynova, 2017), (Pinchuk&Lytyynova, 2017).

*Етап 2. Оцінювання потенціалу ІК-технології для педагогічної діяльності.*

Кожну технологію необхідно оцінювати в контексті завдань які має виконувати вчитель-предметник/педагог. Найбільш доцільним є оцінювання складності технології і її ефективності для виконання професійних завдань.

*Етап 3. Розширення мережевої взаємодії і залучення колег.*

У процесі впровадження технології виникають проблемні питання, що потребують відповідей – співпрацюйте з іншими педагогами.

По-перше, нині значна частина впроваджених технологій була зроблена в рамках неформальної освіти (семінари, тренінги, вебінари).

По-друге, мережева взаємодія між освітянами на етапі впровадження технологій, дозволить зробити цей процес більш простим (зрозумілим) і ефективним.

#### *Етап 4. Вибір стратегії впровадження ІК-технології.*

Стратегія впровадження технологій в освітній процес може відповідати таким варіантам.

Перша стратегія – впровадження і використання елементів ІК-технології у педагогічній діяльності фрагментарно, для унаочнення навчального матеріалу.

Наприклад, демонстрація природних процесів на засадах використання СКМод. Ця стратегія може бути задіяна на перших етапах впровадження ІК-технологій. Передбачається, що інноваційні ІК-технології не вимагають доопрацювання і готові до використання в освітньому процесі.

Друга стратегія – впровадження і використання ІК-технології у педагогічній діяльності систематично, з доопрацюванням або розробкою дидактичних завдань, зокрема для виконання дослідницьких, творчих і прикладних завдань з підтримкою СКМод.

Передбачається створення професійного освітнього співтовариства педагогів і зовнішніх експертів-консультантів.

Третя стратегія – поширення власних інноваційних ідей і досвіду, щодо впровадження і використання ІК-технології.

Передбачається участь у різних професійних конкурсах, інноваційних проектах; майстер-класах, семінарах, тренінгах.

#### *Етап 5. Усунення проблем і перешкод на шляху впровадження ІК-технології.*

На етапі впровадження ІК-технологій завжди виникають проблеми і перешкоди різних категорій, зокрема: технічні, організаційні, методичні.

Технічні перешкоди стосуються засобів для впровадження ІК-технології які можуть не відповідати сучасним вимогам (необхідна співпраця з керівниками установ щодо цільового розвитку освітнього середовища закладу освіти).

Організаційні перешкоди пов'язані з підтримкою адміністрації закладу освіти щодо використання новітньої ІК-технології в освітньому процесі (підвищення мотивації керівників установ щодо підтримки вчителів у впровадженні інноваційних ІК-технологій).

Методичні перешкоди стосуються аспектів ефективного використання ІК-технологій в освітньому процесі (розроблення інструкцій і зрозумілих педагогам рекомендацій, алгоритмів роботи з новою технологією).

#### *Етап 6. Оцінювання результативності/ефективності впровадження ІК-технології.*

Оцінювання результатів впровадження технологій можна здійснювати за різними моделями і методиками, зокрема за моделлю сприйняття технології Ф. Девіса.

У процесі впровадження новітньої технології необхідно відстежувати як якісні, так і кількісні показники впливу ІК-технології на навчання суб'єктів. Педагогам перш за все потрібно орієнтуватися на власний професійний розвиток, розвиток навчального середовища і підвищення якості освітніх послуг, зокрема підвищення зацікавленості й активності учнів щодо вивчення конкретного предмета шкільного курсу.

Зазначимо, що опитування учасників освітнього процесу залишається одним з найбільш успішних і найпоширеніших методів оцінювання ефективності ІК-технологій в закладах загальної середньої освіти.

#### **Оцінювання ефективності використання ІК-технології педагогами**

Розглянемо «Модель сприйняття технології» Фреда Девіса (від англ. Technology Acceptance Model, (TAM)) як методику оцінювання ефективності використання інноваційної ІК-технології (Davis, 1989) (рис. 4).



**Рис. 4. Модель сприйняття ІК-технології педагогами (за Ф. Девісом)**

Модель сприйняття технологій - це теорія інформаційних систем, що моделює, процес прийняття користувачем рішення про сприйняття і використання технології, зокрема будемо розглядати це в аспекті ІК-технології. За цією моделлю враховується низка факторів, що впливає на прийняття користувачем рішення про те, як і коли вони буде використовувати нову ІК-технологію, а саме:

- оцінюється суб'єктивна корисність ІК-технології: Ф. Девіс визначив це як «показник» використання певної технології, що підвищує ефективність роботи, за оцінкою користувача;



• оцінюються суб'єктивна простота використання ІК-технології: Ф. Девіс визначив це як «показник», легкості (простоти) використання певної технології, за оцінкою користувача (Adams&Nelson&Peter, 1992).

За цією методикою визначено два основні показники: суб'єктивна простота використання і суб'єктивна корисність ІК-технології.

Поняття «корисність» – це задоволення потреб суб'єкта, суб'єктивна міра задоволення, що його отримує індивід від споживання благ або набору благ. Іншими словами, корисність визначає, якою мірою індивід задовольнив свої потреби, споживши певні блага (Білодіда, 1980). Теорія корисності тісно пов'язана з теорією рішень.

Суб'єктивна корисність – персональна цінність результату для користувача.

Суб'єктивна корисність (від англ. Perceived usefulness) - це величина, яка відображає ступінь впевненості користувача в тому, що використання технології збільшить його продуктивність (Devis, 1989). Даний показник відображає відповідність використовуваної ІК-технології для конкретного виду діяльності. Іншими словами, високий показник суб'єктивної корисності вказує на відповідність ІК-технології цілям користувача і навпаки.

Поняття «простота використання» до технології може бути застосовано у значеннях: легкий для засвоєння, нескладний у використанні, виконання елементарних дій.

Суб'єктивна простота використання (від англ. Perceived ease of use) є показником, що відображає ступінь складності і впевненості користувача у використанні цієї ІК-технології та пов'язаний з докладанням найменших можливих зусиль (Devis, 1989). Таким чином, цей показник дозволяє приділити належну увагу простоті, легкості використання технології.

Модель оцінювання ефективності технології побудована на концепції, за якої при створенні технології важлива не тільки її ефективність як технічного засобу для досягнення поставленої мети, а й її «зрозумілість» користувачеві. У разі сильного дисбалансу даних показників технологія є неефективною у використанні (Саприкіна, 2015). Зазначимо, що крім того, що технологія має бути зрозумілою, вона має бути доступною і відповідати віковим особливостям суб'єктів використання.

Наприклад, при високій суб'єктивній корисності (технологічно складна система) та низькій суб'єктивній простоті використання (потрібні фахівці) система буде вирішувати поставлені завдання за наявності фахівців високого рівня підготовки.

У протилежній ситуації технологія буде інтуїтивно зрозумілою будь-якому суб'єктові, але при цьому не буде вирішувати поставлені завдання.

Для розрахунку описаних показників Ф. Девіс використав опитувальник, що складається з двох частин.

*Перша частина* оцінює суб'єктивну корисність технології і включає шість тверджень:

1. Використання цієї технології дозволить швидше вирішувати поставлені завдання.
2. Використання цієї технології покращить мою роботу.
3. Використання цієї технології в моїй роботі збільшить мою продуктивність.
4. Використання цієї технології підвищить мою ефективність на роботі.
5. Використання цієї технології полегшить мою роботу.
6. Ця технологія корисна в моїй роботі (Devis, 1989).

*Друга частина* оцінює суб'єктивну простоту використання технології і теж включає шість тверджень:

1. Я вважаю, що я зможу легко навчитися використовувати цю технологію.
2. Я вважаю, що з цією технологією мені буде легко добитися саме того, що я хочу.
3. Я вважаю, що використання цієї технології мені зрозуміло.
4. Я вважаю цю технологію гнучкою для взаємодії.
5. Я вважаю, що мені буде легко освоїти цю технологію.
6. Я вважаю, що ця технологія проста у використанні.

Істинність кожного твердження суб'єкт має оцінити за шкалою від одного до семи, де 1 означає "повністю погоджуюся", а 7 - «абсолютно не погоджуюся» (Devis, 1989).

Аналізуючи твердження, відмітимо, що низку тверджень сформульовано схожим чином, що дозволяє підвищити загальну вірогідність опитувальника (Саприкіна, 2015). Модель сприйняття технології, як видно з її назви, відображає ступінь сприйняття технології потенційними користувачами, а це в свою чергу накладає сильний відбиток на їх поведінковій стратегії (Devis, 1989).

Однак маємо застереження щодо «суб'єктивного» фактору в оцінюванні. Цей фактор дає підстави стверджувати, що фактична ефективність досліджуваної технології може дещо відрізнятися від результатів опитування.

Застосуємо цей підхід для розроблення моделі **оцінювання суб'єктивної ефективності використання системи комп'ютерного моделювання** (СКМод) в освітньому процесі.

Для цього розробимо опитувальник для учнів, що включатиме такі твердження.

*Частина 1.* Суб'єктивна корисність використання системи комп'ютерного моделювання в освітньому процесі

1. Використання системи комп'ютерного моделювання дозволить швидше вирішувати навчальні завдання.
2. Використання системи комп'ютерного моделювання покращить моє навчання.
3. Використання системи комп'ютерного моделювання дає змогу зекономити час на виконання завдань.
4. Використання системи комп'ютерного моделювання підвищить кількість розв'язаних завдань.
5. Використання системи комп'ютерного моделювання підвищить мою ефективність навчання.
6. Використання системи комп'ютерного моделювання полегшить моє навчання.
7. Система комп'ютерного моделювання корисна для мого навчання

*Частина 2.* Суб'єктивна простота використання системи комп'ютерного моделювання в освітньому процесі

1. Я вважаю, що я зможу легко навчитися використовувати систему комп'ютерного моделювання.
2. Я вважаю, що з системою комп'ютерного моделювання мені буде легко добитися саме того, що я хочу.
3. Я вважаю, що з системою комп'ютерного моделювання, я можу кілька разів виконувати завдання спочатку.

4. Я вважаю, що використання системи комп'ютерного моделювання мені зрозуміле.
  5. Я вважаю система комп'ютерного моделювання гнучка в роботі.
  6. Я вважаю, що мені буде легко застосувати систему комп'ютерного моделювання для навчання.
  7. Я вважаю, що системи комп'ютерного моделювання проста у використанні.
- Істинність кожного твердження учень має оцінити за шкалою, описаною вище.

### ВИСНОВКИ І ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

У процесі впровадження СКМод в освітній процес мають бути враховані: рівень впровадження ІК-технології вчителем, наявність процедури впровадження СКМод для навчання учнів певної вікової категорії, наявність інструментарію для оцінювання ефективності використання ІК-технології.

Запропонована авторська модель структури впровадження ІК-технологій в закладах освіти може бути застосована для будь-якої освітньої ІК-технології, що дає можливість здійснювати моніторинг рівня впровадження ІК-технології вчителями, поетапне впровадження ІК-технологій в закладах освіти і оцінювання ефективності використання системи комп'ютерного моделювання не тільки з технічної точки зору як засобу досягнення певних освітніх цілей, а й з точки зору простоти його використання, що підвищить ймовірність і якісність впровадження ІК-технологій в освітній процес.

Зазначимо, що комп'ютерне моделювання є важливою складовою освітнього процесу. Поеднання суб'єктивного і об'єктивного оцінювання дозволить знайти рішення для ефективного впровадження і використання системи комп'ютерного моделювання в закладах загальної середньої освіти.

Теоретичне обґрунтування використання новітньої ІК-технології дає підстави для проведення експерименту в реальних умовах закладів загальної середньої освіти. Потребує розробка навчальних завдань з використанням СКМод для природничо-математичних предметів та проведення опитування за запропонованою моделлю.

### Список використаних джерел

1. Антонюк Д. С. Використання програмно-імітаційних комплексів як засіб формування економічних компетентностей студентів технічних спеціальностей: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.10/ Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. 2018. 22 с.
2. Дубасенюк О. А. Інновації в сучасній освіті. *Інновації в освіті: інтеграція науки і практики: збірник науково-методичних праць*. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І.Франка, 2014. С. 12-28.
3. Концедайло В. В. Застосування ігрових симуляторів у формуванні професійних компетентностей майбутніх інженерів-програмістів: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.10/ Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. 2018. 20 с.
4. 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: 11.05.2019).
5. Литвинова С.Г. Проектування хмаро орієнтованого навчального середовища загальноосвітнього навчального закладу: монографія. Київ: Компрінт, 2016. 354 с.
6. Литвинова С.Г. Використання систем комп'ютерного моделювання для проектування дослідницьких завдань з математики. *Фізико-математична освіта: науковий журнал*. Суми: СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2018. Вип. 1 (15). С. 83 - 89.
7. Проекты Центра изучения инноваций в образовании. URL: <https://ioe.hse.ru/innovations/projects> (дата звернення: 11.05.2019).
8. Сапрыкина А. О. Модель принятия технологии Дэвиса как средство оценивания субъективной эффективности технологии электронного портфолио. Материалы VII Международной научной конференции «Теория и практика образования в современном мире» (Санкт-Петербург, 20-23 июля 2015 года). СПб.: Свое издательство, 2015. С. 108-110. URL: <https://moluch.ru/conf/ped/archive/152/8483/> (дата звернення: 10.05.2019).
9. Слободяник О.В. Комп'ютерне моделювання як засіб активізації пізнавальної діяльності на уроках фізики. *Наукові записки Серія: Педагогічні науки*. Кропивницький, 2018. Вип. 169. С. 140 -144.
10. Словник української мови: в 11 тт. / АН УРСР. Інститут мовознавства; за ред. І. К. Білодіда. Київ: Наукова думка, 1970-1980. Т. 4. С. 290.
11. Adams D. A., Nelson R. R., Peter A. Perceived Usefulness, Ease of Use, and Usage of Information Technology: A Replication. *MIS Quarterly*, 1992. Vol.16 (2). Pp. 227-247. URL: <http://dx.doi.org/10.2307/249577> (дата звернення: 10.05.2019).
12. Burov O. Cognitive abilities' research technology s a tool for STEM-education. 14th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer. 2018. Vol-2104. Pp. 380 - 387.
13. Burov O. Models and applied tools for prediction of student ability to effective learning. 14th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer. 2018. Vol-2104. Pp. 404-411.
14. Burov O. Profile mathematical training: particular qualities of intellect structure of high school students. *Physical and Mathematical Education*. 2018. №. 1 (15). С. 108-112.
15. Davis F. D. Perceived Usefulness, Perceived Ease Of Use, And User Acceptance Of Information Technology. *MIS Quarterly*, 1989. Vol 13 (3). Pp. 319-340.
16. Goldin C., Katz L. F. The race between education and technology. *The Economic History Review*. 2009. Vol.63(3). Pp. 840 – 841. DOI: 10.1111/j.1468-0289.2010.00537\_29.x.

17. Lytvynova S. Cognitive Tasks Design by Applying Computer Modeling System for Forming Competences in Mathematics. 14th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer. 2018. Vol-2104. Pp. 278-293.
18. Lytvynova, S., Burov, O. Methods, Forms and Safety of Learning in Corporate Social Networks. Proceedings of the 13th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer. 2017. Vol-1614. Pp. 406-413.
19. Lytvynova, S., Pinchuk, O. The Evolution of Teaching Methods of Students in Electronic Social Networks. Proceedings of the 13th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer. 2017. Vol-1614. Pp. 360-371.
20. Petri G., Wangenheima C. How games for computing education are evaluated? A systematic literature review. *Computers & Education*, 2017. Vol. 107. Pp 68-90. DOI: 10.1016/j.compedu.2017.01.004.
21. Pinchuk O.P., Sokolyuk O.M. Cognitive activity of students under conditions of digital transformation of learning environment. *Інформаційні технології в освіті*. Київ, 2018. № 36. С. 71-81.
22. SAMR – Уровни использования технологий. URL: [https://blendedlearning.pro/instructional\\_design/samr/](https://blendedlearning.pro/instructional_design/samr/) (дата звернення: 10.05.2019).
23. Schleicher A. Educating Learners for Their Future, Not Our Past. *ECNU Review of Education*, 2018. Vol. 1(1). Pp. 58 –75. DOI 10.30926/ecnuoe2018010104.
24. Venkatesh V., Morris M.G., Davis G. B., Davis F.D. User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. *MIS Quarterly*, 2003. Vol.27 (3). Pp. 25–478.

#### References

1. Antonyuk D. S. (2018). Vykorystannya prohramno-imitacijnyx kompleksiv yak zasib formuvannya ekonomichnyx kompetentnostej studentiv texnichnyx special'nostej [Use of software simulation complexes as a means of forming the economic competences of students of technical specialties] Extended abstract of candidate's thesis. Sumy: Instytut informacijnyx texnologij i zasobiv navchannya NAPN Ukrayiny. [in Ukrainian].
2. Dubaseniuk O.A. (2014) *Innovatsii v suchasni osviti. Innovatsii v osviti: intehtratsiia nauky i praktyky: zbirnyk naukovykh metodichnykh prats* [Innovations in modern education. Innovation in education: the integration of science and practice: a collection of scientific and methodological works.] Zhytomyr: Vyd-vo ZhDU im. I.Franka, 12-28. [in Ukrainian].
3. Koncedajlo V. V. (2018). Zastosuvannya ihrovix symulyatoriv u formuvanni profesijnyx kompetentnostej majbutnix inzheneriv-prohrammistiv [Application of gaming simulators in the formation of professional competencies of future engineers-programmers] Extended abstract of candidate's thesis. Sumy: Instytut informacijnyx texnologij i zasobiv navchannya NAPN Ukrayiny. [in Ukrainian].
4. Lytvynova, S.H. (2018). Systema kompiuternoho modeliuвання ob'ektiv i protsesiv ta osoblyvosti yii vykorystannya v navchalnomu protsesi zakladiv zahalnoi serednoi osvity [System of computer simulation of objects and processes and peculiarities of its use in the educational process of institutions of general secondary education]. *Informatsiini tekhnologii i zasoby navchannya – Information technology and learning tools*, 64(2), 48- 65. Retrieved from <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/2111/1330> (дата звернення: 11.05.2019). [in Ukrainian].
5. Lytvynova, S.H. (2016) Proektuvannya khmaro oriietovanoho navchalnoho seredovyschha zahalnoosvitnoho navchalnoho zakladu [Designing a cloud-based learning environment for a comprehensive educational institution]. Kyiv: Kompyrnt. [in Ukrainian].
6. Lytvynova, S.H. (2018). Vykorystannya system kompiuternoho modeliuвання dla proektuvannya doslidnytskykh zavdan z matematyky [Use of computer simulation systems for designing research tasks in mathematics.]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 1 (15), 83 - 89. DOI: 10.31110/2413-1571-2018-015-1-013. [in Ukrainian].
7. Sait «Proekty Centra izuchenija innovacij v obrazovanii» [Site "Projects of the Center for the Study of Innovation in Education"]. Retrieved from <https://ioe.hse.ru/innovations/projects>. [in Russian].
8. Saprykina, A. O. (2015). Model' prinjatija tehnologii Djevisa kak sredstvo ocenivaniya sub'ektivnoj jeffektivnosti tehnologii jelektronnogo portfolio [Davis's technology adoption model as a means of evaluating the subjective effectiveness of an electronic portfolio technology]. *Materialy VII Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii «Teorija i praktika obrazovanija v sovremennom mire» – Proceedings of the VII International Scientific Conference "Theory and Practice of Education in the Modern World"*. (pp. 108-110). SPb.: Svoe izdatel'stvo. Retrieved from <https://moluch.ru/conf/ped/archive/152/8483/> [in Russian].
9. Slobodanyk, O.V. (2018). Kompiuterne modeliuвання yak zasib aktyvizatsii piznavalnoi diialnosti na urokakh fizyky [Computer modeling as a means of activating cognitive activity in physics classes]. *Naukovi zapysky Serii: Pedagogichni nauky – Scientific Notes Series: Pedagogical Sciences*, 169, 140 -144. [in Ukrainian].
10. Bilodida, I. K. (1970-1980) *Slovyk ukrainskoi movy* [Dictionary of the Ukrainian language]. (Vols. 1–11). Kyiv: Naukova dumka. [in Ukrainian].
11. Adams, D. A., Nelson R. R. & Peter A. (1992). Perceived Usefulness, Ease of Use, and Usage of Information Technology: A Replication. *MIS Quarterly*, 16 (2), 227–247. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.2307/249577>.
12. Burov, O. Yu. (2018). Cognitive abilities' research technology s a tool for STEM-education. Proceedings of the 14th International Conference on ICT in Education "Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer". (pp. 380 – 387).
13. Burov, O. Yu. (2018). Models and applied tools for prediction of student ability to effective learning. Proceedings of the 14th International Conference on ICT in Education "Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer". (pp. 404-411).



14. Burov, O. Yu. (2018). Profile mathematical training: particular qualities of intellect structure of high school students. *Physical and Mathematical Education*, 1 (15), 108-112. DOI: 10.31110/2413-1571-2018-015-1-018.
15. Davis F. D. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease Of Use, And User Acceptance Of Information Technology. *MIS Quarterly*, 13 (3), 319-340.
16. Goldin, C. & Katz L. F. (2009). The race between education and technology. *The Economic History Review*, 63(3), 840-841. DOI: 10.1111/j.1468-0289.2010.00537\_29.x.
17. Lytvynova, S. H. (2018). Cognitive Tasks Design by Applying Computer Modeling System for Forming Competences in Mathematics. Proceedings of the 14th International Conference on ICT in Education "Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer". (pp. 278-293).
18. Lytvynova, S., Pinchuk, O. (2017). The Evolution of Teaching Methods of Students in Electronic Social Networks. Proceedings of the 13th International Conference on ICT in Education "Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer". (Pp. 360-371).
19. Lytvynova, S., Burov, O. (2017). Methods, Forms and Safety of Learning in Corporate Social Networks. Proceedings of the 13th International Conference on ICT in Education. "Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer". (Pp. 406-413).
20. Petri, G. & Wangenheim, G.C. (2017). How games for computing education are evaluated? A systematic literature review. *Computers & Education*, 107, 68-90. DOI: 10.1016/j.compedu.2017.01.004.
21. Pinchuk, O.P. & Sokolyuk, O.M. (2018). Cognitive activity of students under conditions of digital transformation of learning environment. *Informatsiini tekhnolohii v osviti – Information technology in education*, 36, 71-81.
22. SAMR - Technology Use Levels. Retrieved from [https://blendedlearning.pro/instructional\\_design/samr/](https://blendedlearning.pro/instructional_design/samr/)
23. Schleicher, A. (2018). Educating Learners for Their Future, Not Our Past. *ECNU Review of Education*, 1(1), 58 –75. DOI: 10.30926/ecnuoe2018010104.
24. Venkatesh, V., Morris, M.G., Davis, G. B. & Davis, F.D. (2003). User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. *MIS Quarterly*, 27 (3), 25-478.

#### MODELS OF IMPLEMENTATION AND EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF A COMPUTER MODELING SYSTEM AS AN INNOVATIVE EDUCATIONAL IC-TECHNOLOGY

Svitlana Lytvynova

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

##### Abstract.

**Research problem formulation.** Low level of students' knowledge of natural-mathematical subjects requires the introduction of new approaches and technologies. Information and digital technologies rapid development encourages teachers to choose IC-technologies, in particular computer modeling systems (CMODS) to meet the educational needs of the twentieth-century students, who, in their usual environment, constantly use computer tools such as mobile phones, tablets, laptops etc. It is quite difficult for modern teenagers to study without Internet, access and there are not enough funds, methodological support, didactic materials, as well as complex solutions within the educational process for the implementation of the latest IC technologies.

**Materials and methods.** Pedagogical and methodical literature analysis methods and dissertation research were used in the scope of this research; the results of domestic and foreign experience were generalized, the rationale for choosing a model for determining the level of application CMODS as an innovative IC-technology, the development of a procedural model for the introduction of IC-technology as well as a model for assessment of the subjective efficiency of using CMODS.

**Results.** International and domestic experience in the implementation of innovative IC-technologies was generalized (in the example of CMODS). It is revealed that the improvement of the educational process is carried out in the following areas: educational environment development, innovative teaching aids application, new educational technologies introduction, organizational forms of education improvement. The model of the structure of introducing IC-technologies in educational institutions is justified and four levels of IC-technologies application in the educational process based on the SAMR model (substitution, accumulation, modification and redefinition) are defined. A procedural model of introducing the latest IC-technology has been developed and six stages of its implementation are justified (adaptation, potential assessment, interaction network expansion, strategy choice, problems elimination, results assessment). The analysis of the concept of "subjective utility and" subjective simplicity. A model for assessing the subjective effectiveness of the use of computer modeling in the educational process is justified and developed.

**Conclusions.** The proposed author's model of the structure of introducing IC-technologies in educational institutions can be applied to any educational IC-technology, which allows monitoring the level of introducing IC-technology by teachers, phased introduction of IC-technology in educational institutions and evaluating the effectiveness of computer modeling systems application not only from technical point of view as a means of achieving certain educational goals, but also in terms of its use convenience, which increases both possibility and quality of IC-technologies introduction in the educational process. It is worth noting that computer modeling is an important component of the educational process. The combination of the subjective and objective assessment will allow to find a solution for the effective implementation and use of computer modeling systems in general secondary education institutions. The theoretical substantiation of CMODS implementation as a newest IC-technology gives grounds for conducting an experiment in real conditions of general secondary education institutions.

**Keywords:** computer modeling system; CMODS; modeling; institutions of secondary education; natural and mathematical education; latest IC-technologies; introduction.