

УДК 373.3/.5.016:5]:004
№ держреєстрації 0118U003160
Інв. № _____

Національна академія педагогічних наук України
Інститут інформаційних технологій і засобів навчання
04060, м. Київ, вул. М. Берлінського, 9, тел. 453-90-51

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор Інституту
інформаційних технологій і
засобів навчання НАПН України
_____ В.Ю. Биков

ЗВІТ
ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ
за договором від 04.01.2018 р. № 12/8/1-18 НФ

**СИСТЕМА КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПІЗНАВАЛЬНИХ
ЗАВДАНЬ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ УЧНІВ З
ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНИХ ПРЕДМЕТІВ**
(проміжний)

Науковий керівник НДР
д.пед.н., с.н.с.

_____ С.Г. Литвинова
« ____ » _____ 20__ р.

2018

Результати цієї роботи розглянуто на засіданні Вченої ради Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України (протокол № 13 від 27 грудня 2018 року).

СПИСОК АВТОРІВ

<i>Прізвище, ім'я, по батькові</i>	<i>Підпис</i>	<i>Науковий ступінь, посада</i>
Керівник НДР, завідувач відділу, д-р. пед. наук, с.н.с.		С.Г. Литвинова (вступ; підрозділи 1.1, 1.2, 2.2, 2.3, 3.1; передмова висновки)
Відповідальний виконавець, канд. пед. наук., с.н.с., пров. наук. співробітник		О.М. Соколюк (вступ; підрозділи 2.1, 2.4; передмова; висновки)
Гол. наук. співробітник, д-р. тех. наук, проф.		В.Ю. Биков (підрозділ 1.1)
Гол. наук. співробітник, д-р. тех. наук, проф.		А.М. Гуржій (підрозділ 1.2)
Пров. наук. співробітник, д-р. тех. наук, с.н.д.		О.Ю. Буров (підрозділи 1.3, 4.3)
Пров. наук. співробітник, канд. пед. наук		О.О. Гриб'юк (вступ; висновки)
Пров. наук. співробітник, канд. пед. наук, с.н.с		О.П. Пінчук (підрозділ 4.1)
Старш. наук. співробітник, канд. пед. наук		О.В. Слободяник (вступ; підрозділ 1.5; передмова; висновки)
Старш. наук. співробітник, канд. тех. Наук,с.н.с.		Ю.М. Богачков (підрозділи 3.4, 4.2)
Старш. наук. співробітник, канд. пед. наук		П.С. Ухань (підрозділ 3.4)
Наук. співробітник		Н.П. Дементієвська (підрозділ 3.3)
Мол. наук. співроб.		Л.В. Лебеденко (підрозділ 2.2)
Мол. наук. співроб.		В.І. Горбаченко (вступ)
Мол. наук. співроб.		Н.В. Яськова (підрозділ 1.2)
Мол. наук. співроб.		В.М. Барладим (підрозділ 3.2)
Мол. наук. співроб.		М.А. Шиненко (передмова)

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 45 сторінок, 33 джерела, 2 таблиці, 8 рисунків.

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ, СИСТЕМА КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ, ПІЗНАВАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ, КОМПЕТЕНТНОСТІ З ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНИХ ПРЕДМЕТІВ, ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ, НАВЧАННЯ.

Об'єкт дослідження – процес формування компетентностей учнів з природничо-математичних предметів. *Мета дослідження* – теоретично обґрунтувати науково-методичні засади комп'ютерного моделювання пізнавальних завдань для формування компетентностей учнів та розробити методику їх використання в навчальному процесі. *Методи дослідження* — теоретичні: аналіз філософської, психолого-педагогічної, науково-методичної літератури та дисертаційних досліджень з метою вивчення понятійно-категоріального апарату; методи синтезу, порівняння, узагальнення вітчизняних та зарубіжних теорій, концепцій та підходів, теоретичних та експериментальних даних; проектування та моделювання за допомогою яких здійснено проектування системи комп'ютерного моделювання, пізнавальних завдань та освітніх процесів. *За 1-ий етап проаналізовано і здійснено систематизацію світового й вітчизняного досвіду, тенденцій розвитку загальної середньої освіти (ЗЗСО) на засадах використання комп'ютерного моделювання. Проаналізовано сутність основних дефініцій, обґрунтовано та запропоновано визначення нового поняття «система комп'ютерного моделювання» (СКМод) як програмні засоби, 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. Встановлено, що заклади освіти можуть використовувати СКМод на різних рівнях здобуття освіти і етапах навчання. Доведено, що різні типи завдань (емоційно-образні, оціночно-освітні, практично-освітні, теоретично орієнтовані, інформаційно-орієнтовані), що відповідають їх рівням складності (навчально-репродуктивне, аналітичне, теоретичне, прикладне, дослідження, творче) формують освітню систему для розвитку здібностей учнів середньої школи. Виокремлено переваги застосування СКМод для проектування дослідницьких завдань; визначено етапи розробки дослідницьких завдань вчителем та хід розв'язання дослідницького завдання учнями ЗЗСО. Обґрунтовано і визначено види пізнавальних завдань (прикладне, дослідницьке, творче). Обґрунтовано особливості використання СКМод і встановлено, що застосування СКМод при вивченні природничо-математичних предметів сприяє формуванню предметних компетентностей, розвиває навички аналізу і прийняття рішень, підвищує рівень цифрової комунікації, розвиває пильність, підвищує рівень знань та збільшує тривалість уваги учнів; доведено, що комп'ютерне моделювання є ефективним інструментом для покращення міжпредметних зв'язків та засобом візуалізації явищ та процесів, які в умовах демонстраційного експерименту в загальноосвітній школі відтворити досить складно, а інтерактивність такого моделювання дає можливість учням експериментувати, проявляти творчі здібності. Проведено пілотне опитування вчителів-предметників щодо використання СКМод в освітньому процесі.*

Умови одержання звіту: за договором. 04060, Київ-60, вул. Берлинського,9, Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України.

ЗМІСТ

СКРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ _____	5
ПЕРЕДМОВА _____	6
ВСТУП _____	9
Розділ 1 СИСТЕМА КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ОБ'ЄКТІВ І	
ПРОЦЕСІВ ЯК ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕННЯ _____	10
1.1 Формування поняття «система комп'ютерного моделювання» _____	10
1.2 Використання комп'ютерного моделювання у вітчизняній та світовій практиці _____	12
1.3 Синтетичне навчальне середовище: особливості проектування _____	14
1.4 Концептуальна модель системи комп'ютерного моделювання об'єктів і процесів _____	14
1.5 Теоретичні аспекти імітаційного моделювання в навчанні фізики _____	16
Розділ 2 ПРОЕКТУВАННЯ І КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В ОСВІТНЬОМУ	
ПРОЦЕСІ ЗАКЛАДІВ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ _____	17
2.1 Дидактичні можливості моделювання у процесі вивчення природничо- математичних предметів в закладах загальної середньої освіти (на прикладі фізики) _____	17
2.2 Методичні аспекти проектування пізнавальних завдань з використанням систем комп'ютерного моделювання _____	18
2.3 Використання систем комп'ютерного моделювання для проектування дослідницьких завдань з математики _____	24
2.4 Моделювання у навчально-пізнавальній діяльності учнів: аспект природничо- математичних предметів _____	26
Розділ 3. ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ КОМП'ЮТЕРНОГО	
МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ НАВЧАННЯ УЧНІВ ЗЗСО _____	29
3.1 Особливості використання СКМод в освітньому процесі _____	29
3.2 Місце комп'ютерного моделювання в неформальній освіті _____	31
3.3 Сайт інтерактивних симуляцій РНЕТ як безпечне середовище формування компетентностей учнів _____	33
3.4 Інформаційно-комунікаційні інструменти побудови індивідуальної освітньої траєкторії старшокласників _____	35
Розділ 4 ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ УЧНІВ З ПРИРОДНИЧО-	
МАТЕМАТИЧНИХ ПРЕДМЕТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ СИСТЕМ	
КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ _____	39
4.1.Цифрова гуманістична педагогіка як новий виклик компетентності сучасного вчителя _____	39
4.2.Функціональне визначення поняття компетентності _____	39
4.3.Дослідження стійкості когнітивних можливостей старшокласників шляхом комп'ютерного моделювання _____	40
ВИСНОВКИ _____	42
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ _____	43

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

Скорочення	Розшифрування
СКМод	Система комп'ютерного моделювання
ЗЗСО	Заклади загальної середньої освіти
ІКТ	Інформаційно-комунікаційні технології
ІОС	Інформаційно-освітнє середовище
НДР	Науково-дослідна робота
СОС	Синтетичне освітнє середовище
ЗЗСО	Заклади загальної середньої освіти

ПЕРЕДМОВА

У роботі досліджено та узагальнено світовий досвід формування комп'ютерного моделювання як одного з перспективних напрямків розвитку освітнього процесу. Зокрема з'ясовано, що перші симулятори з'явилися на початку ХХ ст. Встановлено, що інтенсивний розвиток інтернет технологій і впровадження кращих практик в систему загальної середньої освіти дав можливість виокремити ефективні ІК-технології і задіяти для навчання учнів системи комп'ютерного моделювання (СКМод).

Проаналізовано сутність основних дефініцій, визначено проблемне коло та уточнено понятійно-термінологічний апарат дослідження, а саме: проаналізовано низку понять, зокрема: «система», як множина взаємопов'язаних елементів, що утворюють єдине ціле, взаємодіють із середовищем та між собою; «моделювання» як імітація роботи реального процесу або системи; «комп'ютерне моделювання», як відтворення поведінки системи за допомогою комп'ютера для імітації результатів математичної моделі, цієї системи; «завдання» як комплекс дій, що передбачає пошук нових знань, умінь і стимуляцію активного використання в навчанні зв'язків, відносин, доказів; «пізнавальне завдання» метою якого є визначення характеристик об'єкта, даних про нього; уточнено переклад термінів, «simulation» (від англ. моделювання, симуляція, імітація) та «imitation» (від англ. імітація), що застосовуються в зарубіжній науковій літературі для подальшого використання в цьому дослідженні; обґрунтовано та запропоновано визначення нового поняття «система комп'ютерного моделювання» (СКМод) як програмні засоби, 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; обґрунтовано і визначено види пізнавального завдання (прикладне – розв'язання нетипової задачі; дослідницьке – організація та здійснення дослідження проблеми на засадах навчання творче – узагальнення даних та розробка власних моделей, розв'язків); виокремлено і деталізовано «дослідницьке завдання», визначено його складові (предметна область і предикати) та компоненти структури; здійснено класифікацію дослідницьких завдань (зокрема з математики); обґрунтовано класифікацію моделей за такими параметрами: використання, галузі знань, спосіб подання моделей, спосіб реалізації, характер моделюючої сторони об'єкта, часовий фактор.

У процесі огляду, аналізу й систематизації досвіду використання комп'ютерного моделювання в навчанні природничо-математичних дисциплін учнів ЗЗСО: визначено та проаналізовано ступінь розроблення проблеми дослідження; визначено складові СКМод (математична, анімаційна, графічна, стратегічна), функції, принципи та цілі використання; визначено, що існує два основних типи комп'ютерних моделей. Перший тип: комп'ютерні моделі, за допомогою яких можна аналізувати об'єкти або системи, перевіряти, спостерігати та уточнювати їх характеристики. Нині існує значна кількість комп'ютерних моделей природних процесів та явищ, що дозволяє здійснювати процес аналізу об'єктів простішим, пізнавальним, цікавішим та ґрунтовним.

Другий тип: комп'ютерні моделі, що виникають в результаті розробки та дизайну (наприклад, модель присадибного будинку). Ця діяльність зазвичай підтримується комп'ютерними технологіями. Таким чином ми говоримо про методи автоматизації проектування, що потребує спеціального програмного забезпечення. Процес експериментування з моделлю називатимемо імітацією; з'ясовано, що самостійне здобуття учнями досвіду (випробовування, виконання дослідження або експерименту, творчий індивідуальний або груповий проект) може бути реалізоване в ігрових середовищах, квестах, з використанням доповненої реальності, робо-змаганнях, віртуальних лабораторіях, дискусійних наукових спільнотах, у соціальних мережах та ін. Інструментами фіксації оцінювання навчальних досягнень учнів може бути особистий профіль компетенцій, особисте віртуальне портфоліо, створення і стрес-тест віртуального світу або цифрової моделі. З метою заохочення та мотивування учнів до навчально-пізнавальної діяльності в інтернет орієнтованому середовищі застосовуються змагальні ігрові моделі (гейміфікація), системи управління репутаційним капіталом, превентивне управління результатом (системи прогнозування досягнень), ігрові адаптивні моделі, системи моніторингу стану (що відстежують емоційний стан учнів); встановлено, що в освітньому процесі моделювання розглядається 1) як метод теоретичного пізнання і метод навчання; 2) як засіб організації навчально-пізнавальної діяльності учнів; 3) як засіб реалізації міжпредметних зв'язків; обґрунтовано типи інноваційних навчальних завдань, розв'язання яких сприяє розвитку когнітивних і дослідницьких компетентностей, зроблено акцент на використанні інтегральних пізнавальних завдань, проектних задач, ситуаційних завдань, завдань на прогнозування; виокремлено переваги застосування СКМод для проектування дослідницьких завдань; визначено етапи розробки дослідницьких завдань вчителем та хід розв'язання дослідницького завдання учнями закладів загальної середньої освіти (ЗЗСО); встановлено, що заклади освіти можуть використовувати СКМод на різних рівнях здобуття освіти і етапах навчання; доведено, що різні типи завдань (емоційно-образні, оціночно-освітні, практично-освітні, теоретично орієнтовані, інформаційно-орієнтовані), що відповідають їх рівням складності (навчально-репродуктивне, аналітичне, теоретичне, прикладне, дослідження, творче) формують освітню систему для розвитку здібностей учнів середньої школи; доведено, що використання СКМод в процесі навчання здійснюється на основних принципах дидактики (усвідомленості і активності, наочності, систематичності і послідовності, міцності, науковості, доступності, зв'язку теорії з практикою); розглянуто аспект використання систем комп'ютерного моделювання у формуванні національно-патріотичного виховання учнів старшої школи.

У процесі дослідження визначено особливості використання комп'ютерних моделей у навчанні учнів природничо-математичних предметів, а саме: проведено огляд найпопулярніших СКМод: «Жива фізика», Stratum 2000: «Віртуальна фізика», «Yenka», Stephen Hawking's Snapshots of the Universe, «Phet», «Віртуальна хімія», «OLABS», «MOZAIK education», «CK12», «KhanAcademy», «Professor-Why», «Go-Labz» та ін.; уточнюються критеріїв для

здійснення систематизації СКМод та узагальнення їх особливостей використання в освітньому процесі; визначено, що до особливостей використання комп'ютерного моделювання можна віднести забезпечення багатоваріантності завдань, рівні складності, організацію індивідуальної та командної роботи; визначено, що використання СКМод в закладах загальної середньої освіти збільшить можливості вчителів щодо вдосконалення організації процесу навчання і сприятиме його індивідуалізації, з метою задоволення темпів, освітніх інтересів і можливостей учнів; з'ясовано, що здійснення аналізу і відбору ефективних СКМод (тренажерів, симуляторів, інтерактивних моделей) з метою застосування в навчальному процесі ЗЗСО підвищує цифрову компетентність вчителів та учнів; обґрунтовано, що застосування СКМод при вивченні природничо-математичних предметів сприяє формуванню предметних компетентностей, розвиває навички аналізу і прийняття рішень, підвищує рівень цифрової комунікації, розвиває пильність, підвищує рівень знань та збільшує тривалість уваги учнів; доведено, що комп'ютерне моделювання є ефективним інструментом для покращення міжпредметних зв'язків та засобом візуалізації явищ та процесів, які в умовах демонстраційного експерименту в загальноосвітній школі відтворити досить складно, а інтерактивність такого моделювання дає можливість учням експериментувати, проявляти творчі здібності; доведено, що комп'ютерні моделі є ефективним засобом пізнавальної діяльності учнів, що відкриває перед учителем широкі можливості з удосконалення навчально-виховного процесу та легкого використання на будь-якому етапі уроку; розглянуто і опрацьовано підходи до дослідження рівня обізнаності вчителів з питань використання СКМод у навчальній діяльності; розроблено і проведено пілотне опитування вчителів щодо використання СКМод під час викладання предметів природничо-математичного циклу; розроблено методику електронного опитування вчителів ЗЗСО з оцінювання їх активності використання СКМод; за результатами опитування виявлено, що майже 70% вчителів не можуть використовувати СКМод у навчальному процесі через відсутність відповідних методик, але вони мають бажання підвищити свою компетентність з цього питання; розроблено концептуальну модель СКМод, що включає математичну, анімаційну, графічну та стратегічну складові; розроблено план-проспект методичних рекомендацій для вчителів з використання комп'ютерного моделювання пізнавальних завдань для формування компетентностей учнів з природничо-математичних предметів в системі ЗЗСО.

Подальшого дослідження потребують питання розробки моделі використання СКМод в освітньому процесі і розробка методичних засад для вчителя щодо використання СКМод і пізнавальних завдань для формування компетентностей учнів з природничо-математичних предметів.

ВСТУП

У процесі реалізації Концепції нової української школи, модернізації змісту освіти, інтенсивного розвитку інформаційно-комунікаційних технологій, необмеженого доступу до інформаційних ресурсів, основоположними залишаються дитиноцентриський підхід, розвиток когнітивних та пізнавальних здібностей, формулювання обов'язкових результатів навчання (у термінах компетентностей) учнів закладів загальної середньої освіти.

Тому однією з ключових компетентностей, що зазначені в Концепції нової української школи, визначено компетентності в природничих науках, а саме: наукове розуміння природи, здатність застосовувати його в практичній діяльності; застосовувати наукові методи, спостерігати, аналізувати, формулювати гіпотези, збирати дані, проводити експерименти, аналізувати результати, а також використовувати сучасні технології.

Модернізація змісту навчальних програм природничо-математичного циклу спонукає вчителя широко застосовуватися нові методи навчання, засновані на: співпраці, ігрових і проектних технологіях, розв'язанні пізнавальних і дослідницьких завдань, організації і проведенні навчальних експериментів, груповій роботі тощо. Ці процеси покладені в основу формування ключових компетентностей учнів XXI ст.

Такі трансформаційні освітні процеси потребують нових підходів використання цифрових та організаційних рішень для формування в учнів компетентностей з природничих наук і технологій, зокрема у питаннях розвитку когнітивних здібностей й пізнавальної діяльності учнів.

Водночас, процес сприйняття інформації учнями, сформований в умовах традиційного навчання, та неперервний, хаотичний розвиток мережі Інтернет, насичення його нескінченною кількістю соціальних об'єктів (відео матеріалами, фотографіями, текстами та ін.) й електронних освітніх ресурсів, унеможлиблює швидкий пошук й відбір даних, що здійснюється в процесі пізнання і формування в учнів компетентностей з природничо-математичних предметів.

Сучасні діти маючи внутрішню потребу в пізнанні світу, втрачають інтерес до навчання із-за відсутності якісних наочних матеріалів або моделей, що демонструють певні природні явища і процеси. Цю проблему можна вирішити з застосуванням у навчанні імітаційних, інтерактивних моделей, симуляторів, тренажерів та систем комп'ютерного моделювання.

Недостатня розробленість питання використання системи комп'ютерного моделювання пізнавальних завдань для формування предметних компетентностей учнів не дозволяє повною мірою реалізувати на практиці потенціал освітнього середовища, виконати стратегічне завдання інформатизації освіти, ефективно вдосконалити інформаційно-ресурсне забезпечення освіти.

Науковці та вчителі навчальних закладів констатують, що проблема використання новітніх інформаційно-комунікаційних технологій, *комп'ютерного моделювання природних процесів й явищ*, розробки нових технологій та моделей навчання, розробки системи пізнавальних завдань що забезпечили б неперервний розвиток когнітивних здібностей учнів та

активізацію їх пізнавальної діяльності є актуальною для закладів загальної середньої освіти.

Тому на першому етапі були визначені такі завдання:

1. Визначити понятійно-термінологічний апарат кола досліджуваних проблем.
2. Провести огляд, здійснити аналіз і систематизувати світовий і вітчизняний досвід, тенденції використання й розвитку систем комп'ютерного моделювання у навчанні природничо-математичних дисциплін ЗНЗ.
3. Визначити особливості використання систем комп'ютерного моделювання пізнавальних завдань для навчання учнів ЗНЗ.

У цьому документі відображено окремі результати 1-го етапу наукового дослідження виконавців.

Розділ 1 СИСТЕМА КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ОБ'ЄКТІВ І ПРОЦЕСІВ ЯК ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Формування поняття «система комп'ютерного моделювання»

Інтенсивний розвиток хмарних обчислень дав поштовх до проектування глобальних інформаційно-когнітивних та розробки новітніх систем, зокрема систем комп'ютерного моделювання (СКМод).

Моделювання, як метод пізнання, має багатовікову історію. Як зазначають зарубіжні дослідники перші симулятори з'явилися в ХХ ст. Нині за допомоги комп'ютерних моделей учні можуть спостерігати і експериментувати з природними явищами і процесами, які б за інших умов були б неможливі. Вчені планово розроблюють і застосовують імітаційні моделі як засоби для вивчення та поглиблення знань про природні явища в широкому діапазоні: від субатомних до планетарних.

Ці особливості роблять комп'ютерне моделювання цінним як системи освіти в цілому, так і для розуміння та прогнозування різних процесів окремо, починаючи від моделювання імунних клітин (предмет біологія), кругообігу води в природі (предмет природа), моделювання продуктів харчування (предмет хімія) до зростання населення на планеті (предмет географія).

Але, як правило, комп'ютерне моделювання пов'язують з навчанням. Його використовують для підготовки астронавтів, комерційних і військових екіпажів, фахівців з атомної енергетики, медичних працівників, пожежників, фахівців з технічного обслуговування та ін. Для підготовки фахівців зазначених спеціальностей створюються такі синтетичні навчальні середовища, за допомогою яких вони можуть набути умінь, навичок та професійних компетентностей.

Розробка комп'ютерної моделі потребує участі фахівців високого рівня, відповідної освіти, які володіють унікальними знаннями та навичками роботи в реальних умовах.

Будь-яка дисципліна освітнього циклу включає базові моделі. Математики і фізики не можуть здійснювати дослідження без формул й діаграм, граматику української або зарубіжної мови неможливо освоїти без знакових конструкцій, теми з біології також важко уявити без макетів, а хімію без основних структурних моделей, зокрема комп'ютерних.

Отже, комп'ютерне моделювання – це проектування об'єкта або явища, з використанням комп'ютерної техніки та математичних, фізичних або логічних систем. Результатом моделювання є комп'ютерні моделі, які можуть бути представлені у форматах 2D-зображення та 3D-зображення; вони можуть бути статичні або гейміфіковані.

Основними етапами педагогічного моделювання, визначимо: вибір методології моделювання; вивчення властивостей предмета дослідження; постановка завдань; проектування моделі; визначення залежностей між основними елементами моделі; визначення критеріїв оцінювання моделі; дослідження валідності моделі у вирішенні поставлених завдань; застосування моделі в педагогічному експерименті; інтерпретація результатів моделювання.

У процесі проектування комп'ютерної моделі особливо важливими є: ідея; достовірність процесу; дизайн; процес реалізації; очікуваний результат; перспективи розвитку, поширення і використання.

Основними функціями моделювання, визначено: дескриптивну, прогностичну і нормативну.

Ми поділяємо думку про те, що комп'ютерні моделі існують двох типів. *Перший тип.* Комп'ютерні моделі, за допомогою яких можна аналізувати об'єкти або системи, перевіряти, спостерігати та уточнювати їх характеристики. Нині існує значна кількість комп'ютерних моделей природних процесів та явищ, що дозволяє здійснювати процес аналізу об'єктів простішим, пізнавальним, цікавішим та ґрунтовним. *Другий тип.* Комп'ютерні моделі, що виникають в результаті розробки та дизайну (наприклад, модель присадибного будинку). Ця діяльність зазвичай підтримується комп'ютерними технологіями. Таким чином ми говоримо про методи автоматизації проектування, що потребує спеціального програмного забезпечення. Процес експериментування з моделлю називатимемо *імітацією* (симуляцією). Експериментування з моделями дозволяє здійснювати глибокий аналіз та визначати характеристики об'єкта, шукати альтернативи або розв'язки сформульованих завдань.

Враховуючи освітню складову, ми будемо розглядати такі типи *моделей: ігрові моделі, імітаційні моделі (симуляції), алгоритмічні.* В останні роки важливими компонентами в комп'ютерному моделюванні визначено анімаційну та стратегічну складові.

Отже, ми пропонуємо введення нового терміну – «система комп'ютерного моделювання». Під системою комп'ютерного моделювання (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.

1.2 Використання комп'ютерного моделювання у вітчизняній та світовій практиці

Формування системи відкритої освіти, на засадах використання ІКТ, комп'ютерно і мобільно орієнтованих середовищ навчання та електронних освітніх ресурсів, зокрема ігрових, розкрито в працях В.Ю. Бикова.

Питання комп'ютерного моделювання та застосування мережі Інтернет для дослідження природних явищ обґрунтовано вченими Ю.О. Жук, О.М. Соколюк, Н.П. Дементієвською, О. В. Слободяник. Дослідники розкрили основні принципи і підходи до використання Інтернет-технологій в шкільному експерименті під час вивчення курсу фізики і констатували, що мають бути визначені конкретні навчальні цілі для застосування комп'ютерного моделювання. Такі інноваційні підходи в організації навчання спонукатимуть учнів до пошуку причинно-наслідкових зв'язків та значущих висновків. Учні зможуть залучити попередні знання, досвід та розуміння до здобуття та побудови нових знань, співставлення отриманих знань з реаліями оточуючого світу. У процесі використання комп'ютерного моделювання учитель має надавати тільки мінімальні настанови, щодо їх використання і координувати діяльність, що потребує і передбачає співпрацю учнів.

Дослідники з Університету імені М.П. Драгоманова (О. В. Матвійчук, В. П. Сергієнко, С. О. Подласов) встановили, що засвоєння знань учнями відбувається більш ефективно в процесі діяльності. Такою діяльністю може бути розробка комп'ютерних моделей фізичних явищ. Створення комп'ютерної моделі, перш за все, вимагає від учня глибшого розуміння сутності процесів, що відбуваються, та їх математичного описання. При цьому процес побудови комп'ютерної моделі можна організувати з поступовим її ускладненням і наближенням до реальності, що відповідає дидактичному принципу "від простого до складного".

Громко Г.Ю. обґрунтовує, що для створення комп'ютерних моделей і проведення віртуального фізичного експерименту необхідні програмні засоби, наприклад Scratch. Формалізованість комп'ютерної моделі дозволяє виявити основні чинники, що визначають властивості досліджуваних об'єктів, вивчати реакцію деякої фізичної системи на зміни її параметрів. Зокрема імітаційні моделі відтворюють алгоритм функціонування досліджуваної системи шляхом послідовного виконання великої кількості елементарних операцій.

Хазіна С. А. додає, що педагогічно доцільне і виважене впровадження в навчальний процес комп'ютерного моделювання дає змогу забезпечити розвиток інтелектуальних умінь, глибоке розуміння процесів, що моделюються, формувати дослідницькі вміння, поглиблювати знання і вміння з інформатичних, фізичних та математичних дисциплін, удосконалювати навички роботи в різних програмних середовищах.

Л. В. Резниченко, зазначає, що досвід використання засобів комп'ютерного моделювання у навчанні майбутніх учителів природничих дисциплін свідчить про появу нових можливостей у процесі пізнання "хімічного світу", які не досягаються іншими традиційними засобами, а використання програми AutoDock Vina і етапність в процесі навчання дозволяє студентам чітко усвідомлювати послідовність виконання дій і наочного зображення наслідків цих дій.

Т. М. Деркач звертає увагу на використання середовища програмування NetLogo у навчанні хімії. Розроблені в NetLogo комп'ютерні моделі можна застосувати для організації самостійної роботи в рамках вивчення курсу неорганічної хімії.

У звіті групи зарубіжних науковців представлено досвід і результати використання ігрових комп'ютерних моделей у навчанні природничих предметів. Вони зазначають, що використання комп'ютерного моделювання в процесі навчання учнів середньої школи дає значний позитивний результат, що підтверджується рівнем їх компетентностей.

Зазначимо, що нині ми маємо результати наукових досліджень в яких розкрито позитивний досвід використання комп'ютерного моделювання за такими напрямками: комп'ютерне моделювання у підготовці майбутніх інженерів-педагогів (Р.М. Горбатюк); комп'ютерне моделювання анімаційних наочностей засобами графічного середовища програми Maxima (Н.О. Бугаєць); ігрове моделювання як засіб підвищення активності навчання (Є.В. Прокопенко); комп'ютерне засвоєння базових предметів методом імітаційного моделювання (Р.М. Павленко), моделювання як ефективний метод посилення міждисциплінарних зв'язків (М. О. М'ястковська); використання імітаційного моделювання в освітньому процесі (Т.О. Фадєєва), активізація дослідницької діяльності учнів на засадах використання систем комп'ютерної математики широко представлені в працях О.О. Гриб'юк.

Провідні закордонні та вітчизняні спеціалісти й дослідники з проблеми математичного моделювання (Дж. Ендрюс, Р. Мак-Лоун, Х. Гулд, Я. Тобочник, О. Самарський, А. Михайлов, А. Верлань, В. Белошапка, О. Лесневський, В. Хозієв, Н. Буланова та ін.) зазначають, що існуючі підходи до визначення цілей навчання інформатики (розробка та створення алгоритмів, програмування однією або кількома мовами, вміння використовувати готове прикладне програмне забезпечення) не здійснюють у необхідній мірі підготовку учнів до життя в інформаційному суспільстві.

Отже, комп'ютерне моделювання – це один із засобів інформаційно-комунікаційних технологій, який використовується в галузі освіти. Застосування комп'ютерного моделювання вимагає абстрагування від конкретної природи явищ, побудови спочатку якісної, а потім і кількісної моделі. За цим слідує проведення ряду обчислювальних експериментів на комп'ютері, інтерпретація результатів, співставлення результатів моделювання з поведінкою об'єкта, подальше уточнення моделі тощо. Тому, сьогодні, комп'ютерне моделювання найчастіше використовують під час навчальних дисциплін, особливо «Математика», «Геометрія», «Фізика», «Хімія» тощо.

1.3 Синтетичне навчальне середовище: особливості проектування

У дослідженні розглянуті питання трансформації навчання при переході від звичного матеріально-об'єктного середовища до навчання в цифровому синтетичному середовищі. Звертається увага на те, що сьогодні учні віддають перевагу онлайн і змішаному навчанню, в яких взаємодія людини з технічними засобами навчання не тільки створює нові можливості, а й вимагає узгодження їх взаємодії. Наводиться коротка характеристика основних особливостей навчання з використанням нових технологічних можливостей з виділенням таких його аспектів як віртуальна і доповнена реальність, а також використання ігрово-орієнтованих технологій з акцентом на рефлексивних іграх.

Проведено аналіз змін властивостей нового навчального середовища з позицій біотехтоніки, яка розвиває принципи узгодження можливостей людини з технічними системами (врахування людського чинника) в умовах цифрового навчального середовища, в якому людина переноситься в новий інтерактивний простір за допомогою пристроїв, що передають сигнали до її сенсорних органів, і пристроїв, що реалізують її різні дії.

Запропоновано варіанти технологій навчання на нових принципах, які дозволяють підвищити якість засвоєння навчального матеріалу. Відзначається, що основою створення складних синтетичних навчальних середовищ є біотехнічні системи, в яких передбачені різноманітні засоби управління вмістом зображень для моделей цих середовищ як з боку дослідника, так і з боку того, хто навчається. Пропонується розширити поняття «біотехнічна система» включенням в неї так званих «біотехнічних технологій», що стає особливо актуальним в цифровому світі. Відмінність цього типу технологій полягає в тому, що серед технологічних операцій, що включаються в неї, велике значення має приділятися операціям, які пов'язані з забезпеченням безпеки роботи і створення оптимальних умов життє- і трудової діяльності людини. При цьому людина взаємодіє головним чином з інформаційними технологіями, з інформацією та знаннями, що впливають на неї, а не з матеріальними предметами, і в процесі управління, і в процесі вивчення зовнішнього світу з метою його ефективного використання.

1.4 Концептуальна модель системи комп'ютерного моделювання об'єктів і процесів

Дослідниками обґрунтовано концептуальну модель СКМод і визначено основні *види моделей, що входять до її складу* (рисунок 1.1):

- монопредметні (для одного навчального предмету) і поліпредметні (одну модель можна застосувати на декількох навчальних предметах);
- імітаційні (імітація процесу або явища), ігрові (має навчальну стратегію, варіативність вибору рішень), алгоритмічні (демонстрація виконання заданого алгоритму);

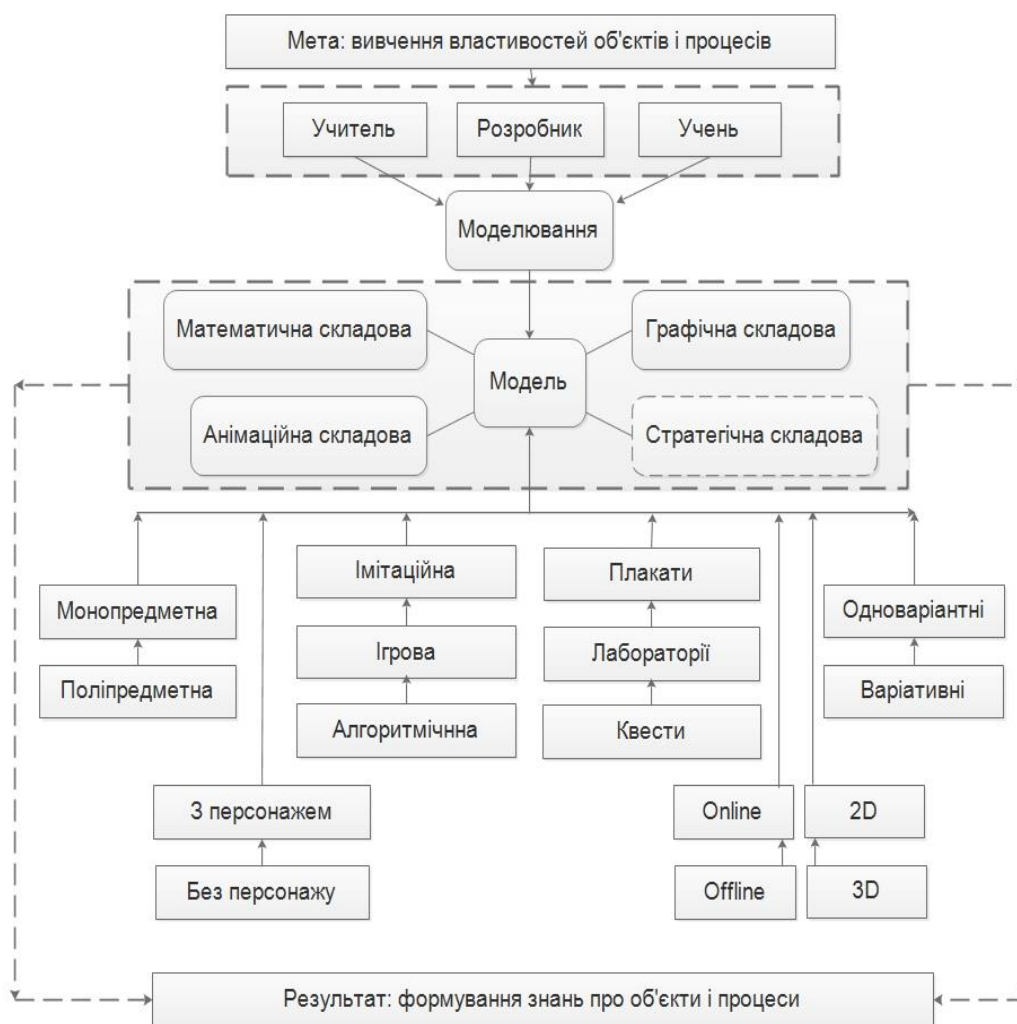


Рисунок 1.1 – Концептуальна модель СКМод

- плакати (відповідність, співставлення), лабораторії (виконання заданої послідовності дій), квести (послідовне послідовності дій з урахуванням попереднього результату);
- одноваріантні (одне завдання), варіативні(кілька завдань);
- з персонажем, без персонажу;
- онлайнові, офлайнові.

Визначимо *цілі* використання СКМод:

- створення єдиного освітнього інформаційного середовища;
- формування інформаційної культури учнів;
- формування ключових та дослідницьких компетентностей учнів з природничо-математичних предметів;
- формування індивідуальної траєкторії розвитку учня;
- підготовка учнів до самостійної навчально-пізнавальної діяльності;
- підвищення якості оволодіння знаннями.

Використання СКМод в навчанні будується на *принципах*:

- *принцип педагогічної доцільності*, що полягає в підвищенні ефективності освітнього процесу, створенні педагогічних умов як для розвитку особистості,

так і для формування компетентностей учнів з природничо-математичних предметів;

– *принцип когнітивної доцільності* означає використання СКМОД для розвитку пам'яті, уваги, мислення, уяви та формування пізнавальної компетентності учнів (здатності учнів здійснювати навчально-пізнавальну діяльність);

– *принцип дидактичної значущості*, що полягає в побудові варіативних дидактичних маршрутів розвитку кожного окремого учня та формуванні дослідницької компетентності;

– *принцип методичної ефективності*, що полягає у виборі ефективність прийомів, форм і методів для вирішення освітніх завдань;

– *принцип інтерактивної наочності* для посилення ефекту візуалізації навчального контенту і створення ефекту динамічності процесів і явищ природи.

У навчальному процесі СКМод виконує такі *функції*:

– *освітню*, що полягає в забезпеченні засвоєння учнями певного обсягу знань, формуванні у них предметних компетентностей;

– *розвивальну*, що сприяє розвитку перцептивних, розумових, мовленнєвих та інших здібностей учнів;

– *виховну*, що забезпечує формування світогляду, моральних, естетичних та інших якостей особистості учня;

– *управлінську*, що полягає в програмуванні певного типу навчання, його методів, форм і засобів, способів застосування знань у різних ситуаціях;

– *дослідницьку*, що спонукає учня до самостійного вирішення проблем, навчає методів наукового пошуку;

– *візуальну*, що полягає в наочному представленні навчального матеріалу для розвитку когнітивних здібностей учнів;

– *інтерактивну*, що комбіноване представлення навчального матеріалу з використанням анімації і відео, що забезпечує активізацію навчального процесу.

Уточнимо, що складниками, що характеризують ефективність *дидактичної значущості СКМод є*: вибір оптимального змісту і структури занять; вибір найбільш раціональних методів і прийомів, а також внесення необхідних коректив в їх застосування; раціональне поєднання групових та індивідуальних форм роботи, планування витрат часу, створення сприятливих умов для самодіагностики з метою виявлення проміжних результатів навчання.

1.5 Теоретичні аспекти імітаційного моделювання в навчанні фізики

Технологія імітаційного комп'ютерного моделювання на уроках фізики в закладі загальної середньої освіти є сучасним засобом для реалізації інформаційно-цифрової компетентності та формування професійно-комунікативних умінь в штучно створеному навчальному середовищі. Таке середовище може бути побудоване на основі інформаційних засобів навчання та використовуватись як під керівництвом вчителя так і за його відсутності.

Специфіка цієї технології полягає в імітуванні реально існуючої системи шляхом створення спеціальних аналогів (моделей), в яких відтворюються принципи організації та функціонування цієї системи. Імітаційне моделювання в шкільному курсі фізики слід розглядати як експериментальний метод дослідження реального процесу навчання за типами моделювання з використанням програмного забезпечення. Імітаційне моделювання передбачає подання моделі у вигляді алгоритму дій та комп'ютерної програми, яка дозволяє максимально відтворити поведінку об'єкта. При цьому імітуються елементарні явища, що складають процес, зі збереженням їх логічної структури та послідовності у часі, що дозволяє отримати відомості про стан системи у певний момент часу та оцінити характеристики системи. Імітаційні моделі дозволяють вирішувати більш складні задачі, враховуючи вплив випадкових факторів.

Розділ 2 ПРОЕКТУВАННЯ І КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ ЗАКЛАДІВ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

2.1 Дидактичні можливості моделювання у процесі вивчення природничо-математичних предметів в закладах загальної середньої освіти (на прикладі фізики)

Обґрунтування суті методу фізичного моделювання, понять (наприклад, «ідеальний газ» як фізична модель реального газу), є вимогою до рівня загальноосвітньої підготовки учнів старшої школи. Елементи моделювання входять й до системи навчального фізичного експерименту. Для усвідомлення теоретичної моделі учневі необхідно: дати її опис або навести дефініцію, що її визначає як ідеалізацію; встановити, які реальні об'єкти вона заміщує; з'ясувати, до якої конкретно теорії вона належить; визначити, від чого слід абстрагуватися, чим нехтувати, вводячи цю ідеалізацію; з'ясувати наслідки застосування даної моделі.

Пошук математичної моделі розв'язку фізичних задач є одним з трьох етапів діяльності учнів при розв'язуванні задач. При цьому моделі виконують різні функції: конкретизації, схематизації, побудови наочного образу, абстрагування, узагальнення. Особливість застосування модельного підходу до розв'язування задач вбачають «в тому, що сама задача в процесі розв'язування виступає як модель реального явища, а отже, як об'єкт спеціального дослідження» (Глобін О.І., Лапінський В.В., 2017).

У 2018 р. Україна вперше прийняла участь у Програмі міжнародного оцінювання учнів PISA, що проводиться під егідою Організації економічного співробітництва і розвитку (ОЕСР). Програма націлена на оцінку різних видів грамотності: читацької, математичної, природничо-наукової, комп'ютерної. Тестові завдання відзначають не як надскладні, а як такі, що вимагають не просто знання фактичного шкільного матеріалу, а вміння розуміти, які саме знання (можливо, з різних предметів) потрібно застосувати в тій чи іншій ситуації.

Учасникам PISA у 2012 р. вперше в історії масового тестування було запропоновано новий тип завдань - інтерактивний. Їх головна особливість полягає в тому, що вони вимагають від учня самостійного дослідження системи із задалегідь невідомими властивостями. Причому це дослідження учень проводить не абстрактно-аналітичним шляхом, а шляхом безпосередньої практичної взаємодії з системою - висуваючи гіпотези і експериментально перевіряючи їх їй, одночасно, намагаючись управляти об'єктом (моделлю). Ці інтерактивні завдання розробники PISA протиставляють завданням іншого типу - аналітичним. В аналітичних задачах вся необхідна для розв'язування інформація закладена в умовах. А в інтерактивних завданнях, як і в реальній діяльності, пошук і придбання нової інформації з середовища - найважливіша складова частина.

І, хоча для українських школярів такого випробування не передбачено, підготовка до таких випробувань має активно вестися вже сьогодні, а саме через створення та застосування системи пізнавальних, дослідницьких завдань, які передбачають виокремлення істотних властивостей і ознак об'єкту моделювання та приведення його опису до форми моделі.

Посилення моделювального аспекту навчання природничо-математичних дисциплін має сприяти вирішенню методологічних питань викладання зазначених предметів. При цьому слід розрізняти моделювання як метод пізнання і моделювання як метод навчання, оскільки змінюється мета моделювання (в першому випадку вона спрямована на об'єкт пізнання, в другому - спрямована на навчання за допомогою моделі) й розширюється функціональне призначення предмета моделювання (в першому випадку предмет моделювання призначений тільки для дослідження, у другому - як для дослідження, так і для навчання). Використання моделювання (при розв'язуванні задач, в рамках проведення фізичного експерименту) дозволяє реалізувати основні принципи дидактики (усвідомленості і активності, наочності, систематичності і послідовності, міцності, науковості, доступності, зв'язку теорії з практикою) в процесі навчання.

Сприятливим з методологічної точки зору стане й подальший розвиток міжпредметних зв'язків (природничо-математичних предметів, інформатики, технологій) в старшій школі через посилення саме модельного аспекту навчання зазначених предметів з метою створення в учнів більш повного уявлення про технологію розв'язання пізнавальних/дослідницьких завдань, зокрема й з використанням комп'ютерно-орієнтованих засобів моделювання.

2.2 Методичні аспекти проектування пізнавальних завдань з використанням систем комп'ютерного моделювання

Основною метою роботи вчителя-предметника – є розвиток пізнавальних здібностей учня. Досягнення цієї мети дозволяє вирішити основні завдання навчання: забезпечити міцні і усвідомлені знання навчального матеріалу; підготувати учнів до активної участі у виробничій діяльності, формувати вміння самостійно поповнювати знання.

З огляду на вищезазначене визначимо основні рівні пізнавальних завдань за характером мислення учня:

Навчально-репродуктивне – розв’язання типової задачі;

Аналітико-теоретичне – побудова загальнологічних висновків до змістової лінії та практичної частини задачі;

Прикладне – розв’язання нетипової задачі;

Дослідницьке – організація та здійснення дослідження проблеми на засадах навчання.

Творче – узагальнення даних та розробка власних моделей, розв’язків.

Уточнимо окремі аспекти творчих завдань. Так на думку А. В. Хуторського доцільно ввести таку класифікацію творчих завдань: когнітивні, креативні, організаційно-діяльнісні.

Когнітивні завдання спрямовані на формування і розвиток пізнавальних умінь учнів: вміння ставити запитання, вміння відчувати навколишній світ, проводити досліди та експерименти, відшукувати причини виникнення явищ.

Креативні завдання забезпечують формування креативних властивостей особистості: вміння робити прогноз, чуйність до протиріч, гнучкість, фантазію, вміння придумати нове.

Організаційно-діяльнісні завдання формують здатність усвідомлювати і формулювати мету своєї навчальної діяльності, організовувати свій навчальний час, усвідомлювати результати свого навчання і давати оцінку.

Можна виділити такі *вимоги* до творчих завдань:

- відкритість (зміст проблемної ситуації або протиріччя);
- відповідність умови обраним методам творчості;
- варіативність розв’язків;
- облік актуального рівня розвитку;
- врахування вікових особливостей учнів.

Уточнимо класифікацію пізнавальних завдань за характером формування когнітивних здібностей учнів:

емоційно-образне – дозволяють створювати «образ» рішення проблеми, інтуїтивно мислити, оперувати уявними образами, «вживатися» в досліджуваний об’єкт;

оцінювально-освітнє – критично мислити, порівнювати і зіставляти різні точки зору, оцінювати, давати прогноз і формулювати гіпотези, рефлексувати свою діяльність;

практико-освітнє – конструювати, ставити досліди і проводити експеримент, спостереження, моделювати;

теоретико-орієнтоване – створювати «нове» знання, генерувати ідеї, задавати питання;

інформаційно-орієнтоване – узагальнювати, систематизувати, перетворювати навчальну інформацію, «кодувати і декодувати навчальний матеріал», інтерпретувати інформацію.

Пізнавальні завдання класифікувати за ступенем складності: прості, підвищеної складності, складні.

Резюмуючи вищезазначене, приходимо до висновку, що роль пізнавальних завдань у навчанні предметів природничо-математичного циклу полягає в такому: вони слугують підґрунтям для організації навчальної діяльності учнів у формі постановки та пошуку розв'язування навчальних задач з метою розвитку когнітивних здібностей.

Для навчання учнів предметів природничо-математичного циклу, коли вони тільки пізнають світ і їм не вистачає візуальних об'єктів або природні процеси мають ознаки небезпеки, доцільно використовувати системи комп'ютерного моделювання двох типів.

Розглянемо комп'ютерне моделювання першого типу (симуляція першого типу: комп'ютерні моделі, за допомогою яких аналізувати об'єкти або системи, перевіряти, спостерігати та уточнювати їх характеристики) на прикладі моделей системи Phet (phet.colorado.edu) для проведення уроків математики. Математика вважається одним із складних предметів шкільного курсу. На уроках алгебри, наприклад, більшою мірою приділяється увага відпрацюванню навиків розв'язання різних прикладів та задач. Практично не залишається часу для проведення пізнавальних практикумів. Так під час вивчення теми «Квадратична функція, її графік та властивості» учням 9 класу було б запропонувати самостійно визначити властивості параболи та особливості побудови графіків.

Для організації такого пізнавального практикуму учням достатньо було б завантажити симулятор Phet (phet.colorado.edu) та проаналізувати властивості параболи, задаючи різні значення змінних a , b , c (рисунок 2.1).

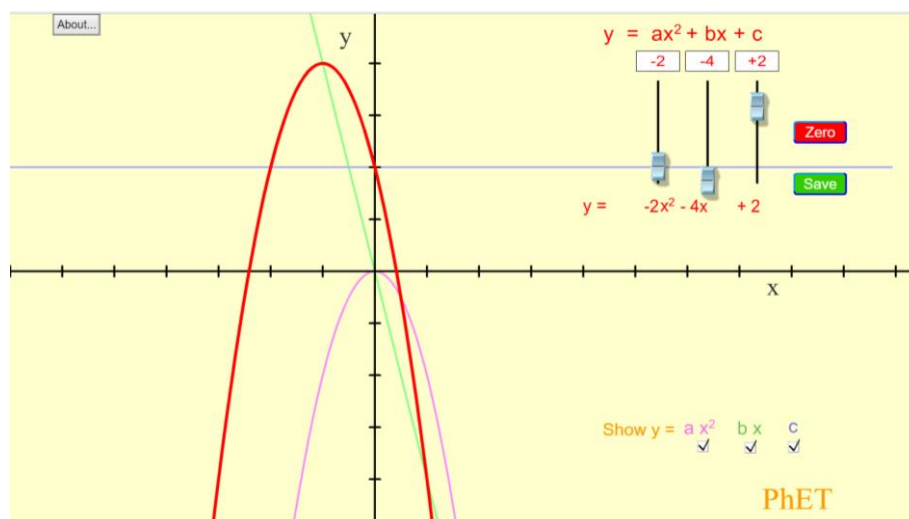


Рисунок 2.1 – Приклад використання системи комп'ютерного моделювання Phet

З метою поглиблення знань, учням також запропонувати знайти область значення, проміжки спадання і зростання, знакосталості, найбільше і найменше значення функції, зробити аналіз отриманих результатів та сформулювати загальні висновки.

Прикладом *комп'ютерного моделювання другого типу (симуляція другого типу: комп'ютерні моделі, що виникають в результаті розробки та дизайну)* може бути виконання **дослідницького** пізнавального завдання:

1. Здійснення учнями пізнавальної діяльності:
 - знайти в мережі Інтернет зображення Чеширського кота, дізнатися хто він;
 - дослідити його посмішку;
2. Виконання пізнавальних завдань на засадах комп'ютерного моделювання:
 - спроектувати посмішку Чеширського кота в системі комп'ютерного моделювання Phet (phet.colorado.edu), застосувавши комп'ютерну модель «Графіки» (Equation Grapher);
3. Розвиток когнітивних здібностей:
 - порівняти спроектовану посмішку з зображенням;
 - з'ясувати як буде змінюватися спроектована посмішка, якщо настрій кота буде змінюватися.
 - узагальнити властивості спроектованої посмішки (параболи) і т.д.
4. Взначення рівня сформованої компетентності учнів.

Описану послідовність міні-завдань спроектувати і в середовищі Desmos (desmos.com) (рисунок 2.2).

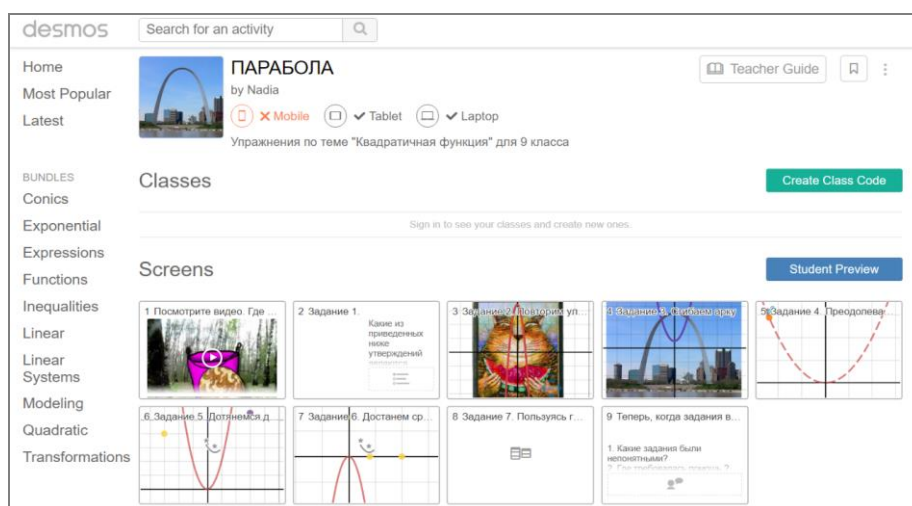


Рисунок 2.2 – Приклад проектування пізнавального завдання в *Desmos*

Робота з учнями може проводитися в малих групах з використанням планшетів або мобільних телефонів. Основні результати фіксувати в таблицях.

Мета такої роботи: самостійне здобуття знань про основні властивості параболи.

Для учнів які працюють у хмаро орієнтованих навчальних середовищах результати роботи зберігати в таблицях (Excel Online), доступ до яких можуть мати усі учасники групи.

Така робота з добору даних буде здійснюватись швидше і за результатами роботи будуть спостерігати усі учасники групи. Проміжні висновки кожен учень може нотувати в OneNote, а потім учасники групи можуть узагальнювати отримані результати допомогою сервісу Padlet (padlet.com).

Спроектуємо описане завдання з урахуванням роботи учнів у хмаро орієнтованому середовищі (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 – Проектування пізнавального завдання з використанням систем комп'ютерного моделювання

Етап	Назва етапу	Зміст етапу	Засоби, сервіси, організаційні компоненти
0	Підготовчий етап (виконується вчителем)	створюється тематичний онлайн-блокнот	OneNote (в Office 365)
		надається доступ до нього усім учням класу за відповідним посиланням	Адміністративний компонент
		у блокноті розміщується посилання на твір «Аліса в країні див» Льюїса Керролла	Формуючий компонент
		у блокноті розміщуються посилання на систему комп'ютерного моделювання або комп'ютерна модель вбудовується як об'єкт	Формуючий компонент
		створюється дошка для обговорень «Чеширський кіт і парабола»	Padlet.com
		створюється анкета формуючого оцінювання	Forms (в Office 365)
1	Здійснення учнями пізнавальної діяльності	знайти в творі зображення Чеширського кота	блокнот One Note (в Office 365)
		дослідити його посмішку (гіпотези записати)	OneNote (в Office 365)
2	Виконання учнями пізнавальних завдань на засадах комп'ютерного моделювання	спроєктувати посмішку Чеширського кота в системі комп'ютерного моделювання	phet.colorado.edu , комп'ютерна модель «Графіки» (Equation Grapher)
		екранні копії розмістити на дошці обговорень	Padlet.com
3	Розвиток когнітивних здібностей учнів	порівняти спроектовану посмішку з зображенням, що представлено в творі	OneNote (в Office 365)
		з'ясувати як буде змінюватися спроектована посмішка, якщо настрої кота буде змінюватися (висновки записати на спільній дошці)	Padlet.com
		узагальнити властивості спроектованої посмішки (параболи)	OneNote (в Office 365)
4	Рівень сформованості математичних компетентностей учнів	виконати формуюче оцінювання учнів (розглядаємо сервіс як засіб визначення рівня сформованої компетентності учнів)	Forms (в Office 365)

Розглянемо інший варіант пізнавального завдання, що реалізується в системі комп'ютерного моделювання другого типу Desmos (desmos.com) під час вивчення теми «Графічний розв'язок нерівностей».

Завдання. У школі було оголошено конкурс на кращий дизайн стін в коридорах школи. Учитель математики запропонувала учням подумати, розробити дизайн та представити свої проекти у вигляді системи нерівностей. Розглянемо детальніше виконання учнями **творчого** пізнавального завдання підвищеної складності (рисунок 2.3).

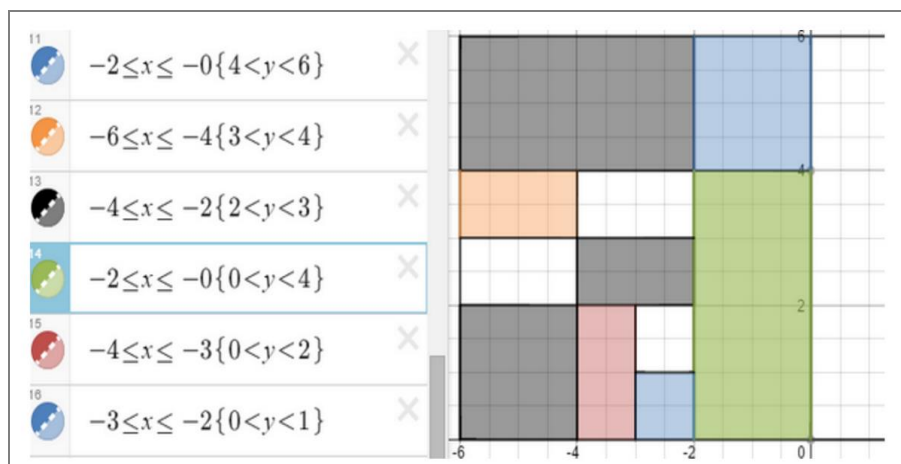


Рисунок 2.3 – Приклад творчого пізнавального завдання підвищеної складності (Desmos)

1. Здійснення учнями пізнавальної діяльності:
 - знайти в мережі Інтернет зображення вітражів, дізнатися що це;
 - дослідити види вітражів.
2. Виконання пізнавальних завдань на засадах комп'ютерного моделювання:
 - спроектувати кольорову схему вітража вікна;
 - спроектувати вітраж для вінка кабінету математики в системі комп'ютерного моделювання Desmos.
3. Розвиток когнітивних здібностей:
 - порівняти спроектовані вітражі;
 - з'ясувати як буде змінюватися спроектований вітраж, якщо змінювати граничні значення нерівностей;
 - узагальнити знання учнів про графічний розв'язок нерівностей і т.д.
4. Взначення рівня сформованої компетентності учнів.

У системі комп'ютерного моделювання Desmos використати не тільки внутрішню математичну систему розрахунків, а й додати елементи кольорової гами. Цей аспект дає можливість урізноманітнити результати учнівських робіт, надати процесу опанування математичних основ певного художнього оформлення, наблизити задачі до реальних життєвих потреб. Наприклад: спроектувати фрагмент художнього оформлення стелі або підлоги, спроектувати дизайн сумки або обкладинку учнівського зошита.

2.3 Використання систем комп'ютерного моделювання для проектування дослідницьких завдань з математики

У концепції Нової української школи зазначено, що перехід на компетентнісні засади поки не належним чином відображено у дидактичному і методичному забезпеченні навчання, де все ще домінує знанієва компонента.

Визначимо основні причини відставання використання компетентнісних засад в освітньому процесі, а саме:

- складність розробки компетентнісного завдання;
- потреба в додатковій наочності для розуміння змісту завдання;
- відповідність віковим особливостям учнів та рівню їх соціалізації;
- забезпечення диференціації завдань,
- врахування варіативності розв'язків завдань та ін.

Складність розробки компетентнісних завдань полягає, більшою мірою, в потребі наочних об'єктів, які б забезпечили учню додаткові ресурси для розуміння і пізнання досліджуваних процесів.

Тому педагоги з різних країн світу піднімають питання про необхідність введення в освітній процес і створення завдань максимально наближених до умов реального життя. Такі завдання будуть більш наочні, зрозумілі та спонукатимуть учнів до їх вирішення, активізують їх освітню діяльність, дадуть поштовх до формування предметних компетентностей.

Для проектування навчального завдання з використанням комп'ютерного моделювання визначимо чотири основні етапи.

Перший етап – формулювання (опис) життєвої ситуації.

Другий етап - пошук вирішення проблеми (часткові результати).

Третій етап - пошук додаткових відомостей для вирішення проблеми (процес здобування нових знань).

Четвертий етап – дослідження та добір ефективних способів вирішення проблеми.

Вдалим рішенням для проектування навчальних завдань є використання системи комп'ютерного моделювання (СКМод).

Під системою комп'ютерного моделювання (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.

Останнім часом все більшої популярності серед педагогічної спільноти та учнів набувають імітаційні (імітація процесу або явища) ігрові (має навчальну стратегію, варіативність вибору рішень) системою комп'ютерного моделювання з персонажем.

Розглянемо приклад проектування навчального завдання з використанням комп'ютерного моделювання (*simulations*).

Перший етап. Проектування має розпочатися з опису реальної життєвої ситуації. Наприклад. У день футбольного матчу в Барселоні пройшов рясний

дош. У другому таймі на 31 хвилині футболіст Кріштіану Роналду підслизнувся та впав на мокре поле, і як результат - забруднив футбольну форму. Виникає слушне запитання яким чином можна видалити пляму з одягу відомого футболіста (рисунок 2.4, www.ck12.org)

Цей опис-розповідь можна відтворити як анімацію за допомоги однієї з поширених програм (Adobe Photoshop, GIMP, Adobe Flash Professional, CoffeeCup, Blender, Pivot Stickfigure Animator, Stykz, TISFAT, Dimp Animator) і створити для учнів умови присутності на полі.

Другий етап. Більшість сучасних учнів швидко знаходять вихід із ситуації (знаходять відповідь) і пропонують покласти брудну футбольну форму до пральної машини (рис. 2.5, www.ck12.org).



Рисунок 2.4 – Етап перший. Опис життєвої ситуації

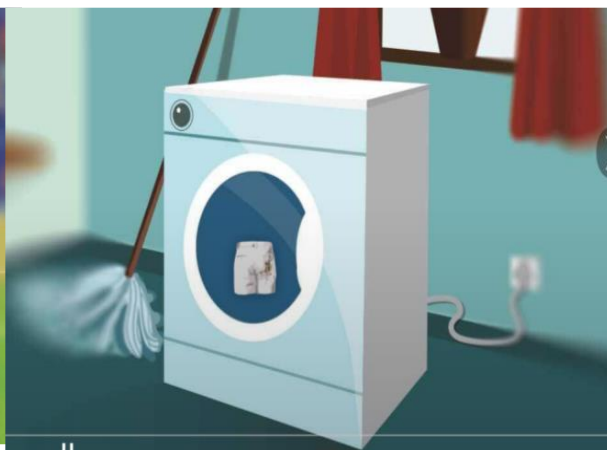


Рисунок 2.5 – Етап другий. Часткового вирішення проблеми

У процесі учнівської дискусії з'ясовують, що для прання потрібно мати важливий компонент – пральний порошок або рідке мило. Отже, на цьому етапі учнями знайдено тільки часткове вирішення проблеми. Залишається з'ясувати обсяг і особливості рідкого мила (прального порошку) для виконання якісного прання.

Третій етап. Учні повинен ознайомитися з характеристиками хімічних сполук (мило, жир, цукор). Знайти відомості про полярні і неполярні молекули (рисунок 2.6, www.ck12.org).

З'ясувати умови якісного прання речей: співвідношення хімічних речовин, складність забруднення, розмір забруднення, температуру прання та ін. Додаткові відомості учні можуть отримати з електронних довідників (підказок) які доречно розміщувати як об'єкти СКМод.

Четвертий етап. Наступним кроком для учнів буде моделювання хімічного процесу видалення бруду. Цей етап можна охарактеризувати як дослідницький, оскільки виникає потреба добору компонентів для досягнення бажаного результату – видалення бруду (рисунок 2.7, www.ck12.org).

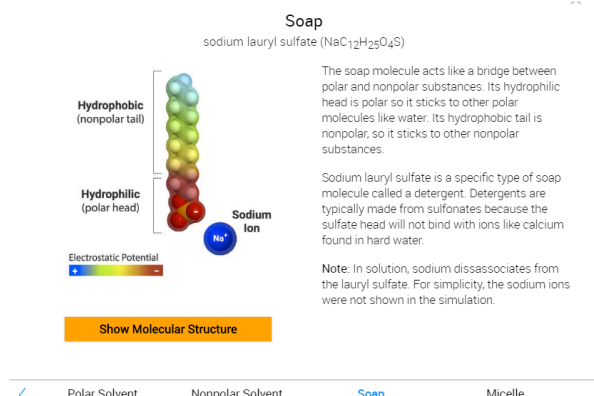


Рисунок 2.6 – Етап третій. Пошук додаткових відомостей для вирішення проблеми

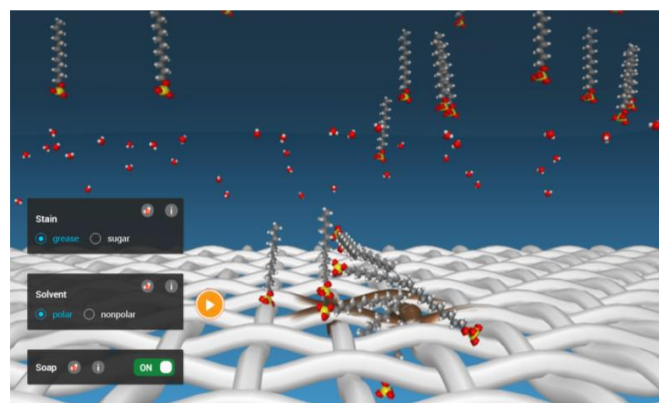


Рисунок 2.7 – Четвертий етап. Вирішення проблеми

Учні мають спланувати хід дослідження, адже довільне перемикавання режимів не сприятиме процесу пізнання. Бажано результати роботи учнів записувати в таблицю, а потім виконати аналіз отриманих даних. Важливими компонентами такої роботи є обговорення і побудова висновків.

Висновки. Сучасні учні потребують новітніх підходів у представленні змісту навчального матеріалу: більше фото, інтерактива, анімацій, тестів формуючого оцінювання. Завдання вчителя – відібрати і розробити систему завдань в основу яких покладено реальні життєві приклади. Поєднання потреб учнів і завдань учителя є основою для розробки пізнавальних завдань і використання комп'ютерних моделей для удосконалення освітнього процесу, зокрема важливим це стає у процесі вивчення природничо-математичних предметів.

2.4 Моделювання у навчально-пізнавальній діяльності учнів: аспект природничо-математичних предметів

Моделювання розглядається науковцями як невід'ємний складник процесу пізнання, а поняття моделі проникає у всі сфери науки, набуваючи при цьому того чи іншого специфічного відтінку. Численні дослідження вітчизняних та зарубіжних науковців стосуються проблематики моделювання, здебільшого у конкретних галузях науки.

Основні класифікації моделей враховують способи їхньої побудови, характеристики об'єктів, що моделюються, сфери застосування моделей, способи подання й реалізації. Узагальнюючи різні підходи дослідників до класифікації моделей, наведемо наступну їх класифікацію (таблиця 2.2).

У нашому дослідженні моделювання розглядатимемо як цілісну, взаємопов'язану сукупність прийомів і операцій пізнання (спостереження, аналіз, синтез, порівняння, аналогія, побудова гіпотез, ідеалізація, формалізація, класифікація, систематизація, узагальнення, конкретизація, побудова висновків), що застосовуються як до об'єкта при побудові його моделі,

Таблиця 2.2 – Класифікації компютерних моделей

Напрямок	Вид
За областю використання	Навчальні, ігрові, дослідні, прототипні імітаційні
За галузями представлених в моделі знань	Фізичні, біологічні, соціальні, економічні
За способом подання моделі	Натурні Інформаційні: – вербальні – знакові (комп'ютерні, не комп'ютерні) – математичні – логічні – спеціальні – геометричні
За способом реалізації	Абстрактні (уявні), матеріальні
За характером моделюючої сторони об'єкта	Функціональні, структурні
За часовим фактором	Статичні, динамічні

так і до моделі в ході її дослідження, і практичних дій моделювання (побудова моделі, дії з моделлю, реалізація моделі, експериментування, інтерпретація), що дозволяють отримати за моделлю знання про сам об'єкт.

Моделюванню у навчанні притаманні такі функції, як: пізнавальна, системоутворююча, розвиваюча, функція оволодіння методом пізнання, моделювання є засобом створення проблемних ситуацій, засобом формування знань.

У навчанні предметів природничо-математичного циклу основної школи широко використовуються предметні (матеріальні) моделі як засіб наочності, що можна вважати початковим етапом оволодіння учнями методом моделювання. У старшій школі моделі є не тільки засобом наочності, а й об'єктами теоретичних досліджень. Ефективність застосування даного методу може бути забезпечена за умови сформованості в учнів здатностей: розрізняти моделі і види моделювання; досліджувати моделі об'єктів, явищ і процесів; будувати математичні моделі і вирішувати модельні задачі; застосовувати метод моделювання у пізнавальній діяльності.

Навчальна модель призначена для пред'явлення учням предмета учіння (елементів «готового» знання - в цьому випадку виявляються дидактичні функції моделі.) і формування у них відповідних пізнавальних умінь (домінує її методологічна функція). Дидактична та методологічна функції моделей в сукупності дають повне уявлення про їх навчальне призначення. При цьому необхідно виділити: об'єкт моделювання; способи і інструменти моделювання; завдання, які можуть бути поставлені перед учнями в роботі з моделлю.

Визначимо засоби моделювання - інструменти, що допомагають в процесі модельного вивчення представляти і отримувати знання про об'єкт-оригінал. До засобів моделювання можна віднести засоби уявного моделювання (логічні процедури і прийоми пізнання), засоби натурального моделювання (теорія подібності, засоби проведення натурального експерименту в предметній області) й засоби інформаційного моделювання (інформаційні моделі, комп'ютерний експеримент, апаратно-програмні засоби).

Серед завдань, які можуть бути поставлені перед учнями в роботі з моделлю можна окреслити наступні.

1. Обґрунтування суті методу фізичного моделювання, понять (наприклад, «ідеальний газ» як фізична модель реального газу), є вимогою до рівня загальноосвітньої підготовки учнів старшої школи. Для усвідомлення теоретичної моделі учневі необхідно: дати її опис або навести дефініцію, що її визначає як ідеалізацію; встановити, які реальні об'єкти вона заміщує; з'ясувати, до якої конкретно теорії вона належить; визначити, від чого слід абстрагуватися, чим нехтувати, вводячи цю ідеалізацію; з'ясувати наслідки застосування даної моделі.

2. Використання елементів моделювання в системі навчального фізичного експерименту, у якому предметом дослідження є не реальний процес, а його формалізована модель. При цьому вивчення реального об'єкта відбувається за допомогою прототипу, який заміщає об'єкт-оригінал з наступним перенесенням отриманої інформації на реальну систему.

3. Пошук математичної моделі розв'язку фізичних задач є одним з трьох етапів діяльності учнів при розв'язуванні задач. При цьому моделі виконують різні функції: конкретизації, схематизації, побудови наочного образу, абстрагування, узагальнення. Особливість застосування модельного підходу до розв'язування задач вбачають в тому, що сама задача в процесі розв'язування виступає як модель реального явища, а отже, як об'єкт спеціального дослідження.

Включення моделювання в навчальний процес раціоналізує його і одночасно активізує пізнавальну діяльність учнів. Можна виділити наступні аспекти застосування методу моделювання в освіті: як способу формування теоретичного мислення і активізації пізнавальної діяльності; як мети і засобу навчального пізнання, підвищення ефективності засвоєння нових знань, реалізації принципу наочності; як засобу узагальнення фактів, процесів і явищ, що вивчаються, інтеграції природничо-наукових знань. Моделювання як метод пізнання, що задає спосіб організації навчально-пізнавальної діяльності, визначає засоби управління процесом навчання і спосіб передачі навчального змісту, може використовуватися у навчанні природничо-математичних предметів старшокласників.

Моделювання як теоретичний метод пізнання, а отже і навчання, відіграє особливу роль в освітньому процесі, так має принципове значення не тільки для предметів природничого спрямування, але і носить загальнонауковий характер. Використання моделювання в навчанні має два аспекти, виступаючи методом пізнання, яким учні повинні оволодіти, і навчальним процесом і засобом, без

якого неможливе повноцінне навчання й учіння. Процеси пізнання і навчання через складність природних явищ і процесів передбачають широке використання моделей. Модель повинна бути найкращим чином пристосована до сприйняття учнями і враховувати їх вікові особливості. Вдале використання властивостей моделі та опора на них при розробці методики навчання сприятимуть більш успішному засвоєнню учнями навчального матеріалу, формуванню у них компетентностей, умінь і навичок.

Розділ 3. ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ НАВЧАННЯ УЧНІВ ЗЗСО

3.1 Особливості використання СКМод в освітньому процесі

Важливим є визначення особливостей використання СКМод в навчальному процесі закладів загальної середньої освіти. Дослідниками визначено *групи особливостей* та розкрито їх зміст, зокрема: організація навчального процесу, організація роботи з учнями, навчання учнів, організація групової та індивідуальної роботи, мотивація учнів, формування предметних компетентностей, підтримка зв'язку з розробниками СКМод, формування інноваційного навчального середовища, впровадження СКМод в навчальний процес закладів освіти.

Використанням СКМод може здійснюватися як в рамках формального (школа), так і неформального навчання (позашкільні навчальні заклади, гуртки, тематичні секції), а наявність мережі Інтернет дає можливість повсюдного доступу до СКМод в режимах онлайн і офлайн.

Використовувати СКМод можна в початковій, середній і старшій ланках загальної середньої освіти.

Наявні нині СКМод охоплюють такі навчальні предмети, як: фізика, хімія, біологія, математика.

Доцільність використання СКМод визначається вчителем і може бути включена для унаочнення нового навчального матеріалу, проведення лабораторних і практичних робіт, а також для вирішення дослідницьких, творчих і проблемних завдань.

1) Принципи організації роботи з учнями:

- залучати учнів до збирання даних, моделювати і спільно використовувати в навчальному процесі;
- підтримувати розвиток компетентностей в учнів;
- залучати учнів до використання СКМод, щоб допомогти їм глибше зрозуміти основи науки [23].

2) Особливості навчання учнів.

Позитивні аспекти:

- покращуються навички аналізу та прийняття рішень;
- підвищується рівень цифрової комунікації (Інтернет, мобільної, хмаро-орієнтованої та ін.);

- розвивається пильність;
- підвищується рівень навчальних досягнень з математики, письма та читання;
- навчання здійснюється через гру;
- вирішувати окремі проблеми можна навчитися у процесі використання комп'ютерних моделей, зокрема в процесі вирішення проблемних завдань;
- збільшується тривалість уваги;
- навчання технологій здійснюється природним шляхом;
- розвиваються навички стратегічного мислення і планування.

Негативні аспекти:

- не сприяють розвитку соціальних навичок та взаємодії з іншими;
- питання безпеки під час використання учнями мережі Інтернет залишається актуальним;
- можуть виникнути проблеми з оцінюванням навчальних досягнень учнів [23].

3) *Організація групової та індивідуальної роботи.*

Коли завдання має виконувати група учнів, завжди виникає питання розподілу обов'язків, що не сприяє позитивному клімату навчання. Тому під час використання СКМод учні мають колективно узгоджувати висновки і приймати рішення, але завдання (за бажанням) можуть виконувати індивідуально.

Так, наприклад, в СКМод EcoMUVE протягом двох тижнів учні вивчають властивості та особливості води ставка, щоб зрозуміти, чому в ньому гине риба (<http://ecolearn.gse.harvard.edu/ecoMUVE/overview.php>).

Учні починають з того, що вивчають підводний світ ставка, вимірюють температуру води, здійснюють аналіз погодних умов, перевіряють каламутність (ясність води), періодично визначають рівні рН, працюють, щоб зрозуміти вплив основних компонентів екосистеми на стан води в ставку і пов'язаних з цими явищами причинно-наслідкові зв'язки. Доречно в такій роботі спроектувати як індивідуальну роботу, так і колективні обговорення.

Підтримку активної групової роботи можна здійснювати за допомоги миттєвих повідомлень (чату), що дає додаткові можливості учням для спілкування і обговорення окремих аспектів дослідження, з'ясування проблем, пошук варіантів їх розв'язання. Дієвим буде залучення науковців до роботи учнів, які в онлайн-режимі можуть надавати консультації з тих чи інших питань дослідження.

4) *Мотивація учнів.* Важливою особливістю використання СКМод під час формального і неформального навчання є мотивація учнів. В контексті формальної освіти учень може бути як вмотивованим так і ні, а в рамках неформальної освіти учень вмотивований власними інтересами (National Research Council, 2009). Використання СКМод покращує мотивацію та інтерес учнів до вивчення предметів шкільного курсу, формує і розвиває когнітивні здатності щодо оперування абстрактними термінами і категоріями; підвищує рівень розуміння процесів живої природи і взаємозв'язків в ній.

5) *Формування предметних компетентностей.* Загалом СКМод дають можливість підвищити інтерес до навчання і компетентності тих учнів, які вважають предмети природничо-математичного циклу нецікавими.

Дослідження зарубіжних колег показали, що навчальний контент, що формується на наукових теоріях і підтримується СКМод може позитивно вплинути на формування предметних компетентностей учнів. Тому важливим залишається розробка системи завдань, за допомоги яких можна було б формувати індивідуальну траєкторію розвитку учнів, їх ключових та предметних компетентностей, зокрема з природничо-математичних предметів. Особливої уваги потребує розробка етапів і відбір змісту завдання для роботи учнів з СКМод.

Забезпечення вчителів і учнів додатковими навчальними матеріалами (інструкціями, роздатковими матеріалами, робочими зошитами, планами роботи) знімає низку запитань які можуть виникнути під час роботи з СКМод.

Ще одним важливим аспектом залишається оцінювання навчальних досягнень учнів які використовують СКМОД, оскільки може статися так, що учні з високим рівнем абстрактного мислення можуть втратити інтерес до навчання. Для таких учнів учитель має створювати додаткові навчальні ситуації, зокрема, пошук додаткових даних, визначення додаткових властивостей об'єкта тощо.

Інтеграція технологій в школі має вирішальне значення для перетворення сучасної освіти. Використання інформаційно-комунікаційних технологій для показу і демонстрації не приведуть до значного поліпшення навчання природничо-математичних предметів. Замість цього можна інтегрувати СКМод в навчальний процес для забезпечення більш глибокого розуміння природних процесів та явищ, проектування дослідницької та пізнавальної діяльності, а саме: здійснювати координацію пізнавальної діяльності учнів, надавати консультації щодо реалізації складних ідей і побудови гіпотез; надавати допомогу у доборі контенту; спонукати до пошуку рішення та поглиблювати свої знання в предметній сфері.

3.2 Місце комп'ютерного моделювання в неформальній освіті

Зазвичай, комп'ютерне моделювання розглядається науковцями і педагогами, як один із засобів, що може бути використаний під час природничо-математичного циклу шкільних предметів. Зауважимо, що неформальна освіта є одним із структурних компонентів освітньої системи, що покликана допомогти особистості поглибити свої знання у певній сфері, розвинути свої розумові та фізичні здібності, реалізувати свої таланти, сформувати певні моральні якості, - здобути певні професійні знання та навички. Використання інформаційно-комунікаційних технологій дозволяє урізноманітнити методи і форми неформеної навчальної взаємодії. Серед таких засобів може бути і комп'ютерне моделювання, використання якого, за твердженням Дементієвської Н.П, має свої переваги, а саме: можна зупинити в будь-який момент, для аналізу ходу

експерименту: можна повторити декілька разів: якщо експеримент, явище неможливо спостерігати під час заняття через його небезпеку, віддаленість об'єкту тощо (можна показати на екрані: краща візуалізація невидимих об'єктів, або об'єктів, спостереження за якими вимагає спеціального обладнання). Водночас автор зазначає, що до недоліків використання комп'ютерного моделювання в навчальному процесі можна віднести необхідність обладнання приміщення комп'ютером, інтерактивним проектором тощо. За твердженням Семерікова С.О., комп'ютерне моделювання формує системно, комбінаторне мислення та уміння розв'язувати реальні задачі, формує світогляд та наукову картину світу як в учня так і в учителя. Вчений бачить освітній потенціал комп'ютерного моделювання та пропонує декілька шляхів його застосування: введення додаткових спецкурсів із застосування комп'ютерного моделювання, створення окремого факультативного спецкурсу на основі інтегрування широкого спектру навчальних задач із різних предметних галузей, при цьому даний варіант доцільно використовувати у школі. Варто зазначити, що автор проголошує наступні принципи організації навчальної діяльності, навчання починається з пізнавального протиріччя між проблемною ситуацією та наявними в особистості знаннями, засобами та способами її розв'язання, творчий спосіб взаємодії між вчителем та учнем протягом всього навчання, що реалізовується шляхом використання різноманітних форм активного навчання, психологічно обґрунтованого чергування індивідуальних та колективних форм навчального впливу, засвоєння знань та оволодіння новою діяльністю відбувається в ході розв'язування творчих навчальних задач з використанням відповідних навчальних засобів, для розвитку творчих здібностей учні одержують необхідні зразки активності, засвоєння яких шляхом наслідування виводить учнів на новий рівень самостійної творчості. Аналіз наукових джерел доводить позитивний вплив застосування комп'ютерного моделювання під час навчальної взаємодії. Доведено, що застосування комп'ютерних моделей шляхом візуалізації полегшує вивчення нового матеріалу, допомагає у вирішенні творчих задач, допомагає поглибити здобуті знання шляхом практичного застосування їх у комп'ютерних моделях, підвищує ефективність навчальної взаємодії вчителя і учня. Під час неформальної освіти, комп'ютерне моделювання може бути використано, в залежності від мети, яку ставлять перед собою учасники неформальної освіти, та може слугувати досягненню певних цілей, поглиблення знань з певних навчальних предметів, вирішення дискусійних питань, що постали перед учасниками неформальної освіти, реалізація міжпредметних зв'язків під час неформальної навчальної взаємодії, дослідження природних та фізичних явищ тощо. Використання комп'ютерних моделей може слугувати початком для дискусії або обговорення, може унаочнити розповідь вчителя про певне явище ситуацію, може бути елементом заняття або його основою. За допомогою комп'ютерного моделювання під час неформальної навчальної взаємодії можна створювати художні об'єкти, досліджувати всесвіт, розробляти проекти. Крім того, застосування комп'ютерного моделювання під час неформальної навчальної взаємодії позитивно впливатиме на мотивацію до пізнання нового, оскільки результат моделювання можна побачити у дії та самостійно впливати на

нього. В учнів формується дослідницька компетентність, розвивається наочно-образне мислення, виникає можливість опрацювання великої кількості інформації. До того ж, застосування комп'ютерних моделей під час неформальної освіти формує в учнів зацікавленість до подальшого навчання, потребу у поглибленні знань, позитивне відношення до навчального процесу.

3.3 Сайт інтерактивних симуляцій РНЕТ як безпечне середовище формування компетентностей учнів

Школярі і вчителі України вже використовують онлайніві електронні освітні ресурси (ЕОР) для вивчення природничо-математичних навчальних предметів. Віртуальне середовище надає можливості використовувати не тільки увесь спектр традиційних джерел інформації, але й гіпертексти, зображення, відео та аудіо. Широкі можливості відкриваються перед сучасними педагогами в створенні і використанні у навчанні комп'ютерних моделей. Такі моделі можуть використовуватися учнями і вчителями при виконанні різних видів робіт: при проведенні лекційних занять, фронтального навчального експерименту, проведенні практичних і лабораторних робіт, виконанні домашніх завдань.

Серед великої кількості ресурсів, який пропонує інтернет, вчителям, учням і батькам іноді складно знайти і обрати сайт, який може допомогти у формуванні компетентностей учнів у природничо-математичних науках. Для формування цих компетентностей і здійснення навчальної дослідницької діяльності, зокрема, будуть корисними відомості щодо того:

- пропонується створення власних моделей користувачами, чи робота з готовими моделями;
- ступінь інтерактивності у роботі з моделями (кількість параметрів, які користувач може змінювати самостійно);
- наскільки наближені моделювання до реального життя учнів, їх оточення;
- наявність інструментів для проведення “вимірювань” (наприклад, лінійка, вимірювальні прилади тощо);
- чи передбачена в моделюванні автоматична або здійснювана користувачем побудова графіків і діаграм, що наочно демонструють явища і процеси;
- можливість вирішувати/досліджувати одне завдання/задачу чи комплекс завдань з декількох навчальних тем/предметів;
- передбачена диференціація (можливість для завдань різного рівня складності).

Важливими для використання в українських школах можуть бути доступність (ціна) і мова (мови), що використовується у моделюванні.

Унікальність саме онлайнівих віртуальних середовищ для моделювання процесів і явищ природи полягає в тому, що вони можуть забезпечити вчителю:

- методичний супровід для проведення занять з учнями, можливість поділитися з іншими вчителями в мережі досвідом використання моделювань, проблемами і здобутками;

- можливість спостерігати процес роботи учнів, “втручатися” і скеровувати учнів в процесі віртуального експерименту;
- автоматичне оцінювання не тільки і не стільки результатів діяльності, а й самої такої навчальної дослідницької діяльності.

Одним із головних критеріїв використання онлайнового ресурсу в навчальних цілях має бути його надійність і безпечність. Вчителі і учні мають користуватися лише тими сайтами і соціальними мережами, які відповідають критеріям надійності, безпеки і достовірності. Запобігання інформаційним ризикам глобальної мережі Інтернет становить особливі виклики для користувачів при роботі в безпечному змістовому навчальному середовищі. Надійність джерела і достовірність інформації можна оцінити за критеріями:

- Точність ідентифікації: сайт (веб-сторінка) містить список авторів та установ, які опублікували сторінку, і надає спосіб зв'язатися з ними.
- Авторитетність: домен сайту (.edu, .gov, .org або .net), або користувач визначає рейтинг відвідуваності/авторитетності за спеціальними сервісами.
- Об'єктивність: відомості на сайті з обмеженою або зовсім відсутньою рекламою.
- Актуальність/оновлення: сайт оновлюється регулярно (як зазначено на сторінці, або визначено за спеціальним сервісом).

Наприклад, оцінимо за вищенаведеними критеріями сайт інтерактивних симуляцій Університету Колорадо з природничо-математичних наук, який використовується освітянами України. Заснований у 2002 році лауреатом Нобелівської премії Карлом Віманом Сайт Інтерактивних симуляцій PhET - це проект Університету Колорадо (University of Colorado Boulder) для створення і використання безкоштовних інтерактивних симуляцій з математики і наук про природу. Команда його складається з 24 розробників і методистів, більшість з яких — професори і викладачі різних університетів, всі відомості про яких опубліковані на сайті. Крім того в розробці і оцінюванні симуляцій беруть участь учні і вчителі різних країн світу. Симуляції перекладені на 90 мов світу, в тому числі веб-сайт і більшість симуляцій перекладені українською. З 2002 року комп'ютерні моделювання були завантажені 330 мільйонів разів. Сайт має 6 авторитетних міжнародних нагород.

За оцінкою міжнародного сайту <https://archive.org/>, який дозволяє опосередковано визначити частоту оновлень сайту, виявлено, що оновлення сайту Phet відбуваються декілька разів на тиждень.

За даними аналізу, що проводить сайт <https://www.alexa.com/>, сайт <https://phet.colorado.edu/> посідає 2230 місце серед усіх сайтів світу (у тому числі і комерційних), що є високою характеристикою для освітнього сайту шкільного призначення. На цей сайт посилаються більше ніж 33 тис. інших інтернет-ресурсів.

Ці дані збігаються з показниками аналізу сайту за відповідними характеристиками, які наводить сайт <https://rankw.ru/>. А за показниками надійності, конфіденційності і дитячої безпеки сайт має 96 балів з можливих 100.

З доступних в Інтернеті ресурсів для навчання природничо-математичним наукам сайт інтерактивних симуляцій <https://phet.colorado.edu/> за наведеними критеріями можна оцінити як високо надійний.

3.4 Інформаційно-комунікаційні інструменти побудови індивідуальної освітньої траєкторії старшокласників

Важливим елементом в освіті є цілепокладання навчальної діяльності. Розглянемо лише два компоненти навчання та застосування індивідуальної освітньої траєкторії (ІОТ).

Цілі навчання:

- зменшити суб'єктивні помилки уявлення себе і картини навколишнього світу;
- зменшити помилки моделей передбачення змін;
- зменшити помилки моделей прогнозування наслідків дій;
- навчитися цілеспрямовано й ефективно діяти в об'єктивному світі (ставити чіткі цілі й досягати їх з мінімумом ресурсів).

Мета створення ІОТ: зменшення витрат часу й ресурсів на досягнення цілей навчання. Визначимо ключові компоненти ІОТ: ідентифікаційні дані того, для кого складається ІОТ, фактографічні дані, перелік цілей навчання, що планується досягти, відмітки про досягнуті цілі, інформація про витрачені ресурси на досягнення цілей, заплановані дії, відмітки про виконані дії та їх результати, необхідні ресурси для реалізації запланованих дій.

Методика складання ІОТ.

Основні учасники складання ІОТ: сам суб'єкт (учень), для якого складається ІОТ, батьки, близькі люди, учителі, значущі для суб'єкта дорослі, значущі друзі, ровесники, професіонали, психолог, тьютори, консультанти.

Складання ІОТ, зазвичай, процес безперервний і слабо структурований. Чим менший вік власника ІОТ, тим об'єктивно хаотичнішим може бути процес її складання. Задача автоматизації цього процесу дуже нагадує задачу створення розкладу занять у навчальному закладі. Ефективним алгоритмом її розв'язання є виявлення, фіксація та автоматична візуалізація існуючих обмежень або правил. Зазвичай, простір реального вибору суттєво зменшується, що дозволяє зосередитись на аналізі найбільш реальних варіантів. Розглянемо основні точки «входу» в процес складання ІОТ.

Цінності. Пауль Тагард наголошує: «Цінності є нейронними процесами, що виникають внаслідок зв'язування когнітивних уявлень про цілі й переконання з емоційними настроями. Емоції поєднують такі уявлення з когнітивною оцінкою, яка відображає те, наскільки ваша поточна ситуація сприяє або загрожує вашим цілям». Тобто цінності об'єднують показники і критерії, на основі яких людина приймає рішення. У дитини цінності, зазвичай, тільки формуються. Це може суттєво впливати на всі інші процеси. Тому попри управління навчанням необхідно також передбачити управління цінностями.

Цілі. Формулюємо початковий перелік освітніх цілей. Вони не можуть бути вказані повно і вичерпно точно. Потрібно передбачати доповнення і зміни цілей в часі, можливість їх подальшої деталізації. Бажано формулювати цілі так, щоб їх можна було легко ідентифікувати і вказати досягнута ціль чи ні. Треба враховувати, що цілі можуть бути різних типів. Наприклад, цілі досягнення або підтримки (того, що вже було досягнуто).

Програми. Запланована діяльність з передбачуваною загальною чи спеціальною корисністю. Навіть і без чітко сформульованих цілей (результатів). Можуть вибиратися як самим суб'єктом ІОТ, так і нав'язуватися (рекомендуватися) батьками, державними структурами, навчальними закладами тощо.

Інтереси. Займатися тим, чим цікаво. Для кожної людини дуже важливо знайти такі заняття для себе. Адже переважно вони є ресурсними. Тільки те, що цікаво, дає людині додаткові життєві ресурси. Ці ресурси потім можна використовувати на те, що «потрібно, але не цікаве».

У кінцевому результаті, ІОТ – це або перелік певних наборів діяльностей, або перелік їх очікуваних результатів. ІОТ як готовий результат це просто. Складний саме сам процес його побудови. Складною є відповідь на запитання: «Чому саме такий зроблено вибір?». Для прийняття обґрунтованих рішень можна використовувати методику «Квадрат Декарта», що застосовується для аналізу чотирьох варіантів розвитку подій за відповідних умов.

Концептуально, ІОТ у кожний момент часу повинна давати відповідь особі на просте запитання «Який наступний крок?». Тобто вся відома інформація про особу (здібності, потреби, інтереси, мотиви, можливості, досвід, особливі умови, цілі тощо) через ІОТ повинні перетворюватись у послідовність кроків, які необхідно виконувати особі для досягнення поставлених цілей. Зауважимо, що ця послідовність кроків не є статичною. Вона може динамічно змінюватись залежно від поточних результатів та зміни цілей.

Пропонується будувати і модифікувати ІОТ по спіралі. Після прийняття рішення про побудову ІОТ періодично повторюються такі послідовності дій, що дозволяють забезпечити ІОТ просування в конкретній освітній сфері.

Ми проаналізували всі сім запропонованих етапів методики побудови ІОТ і сформулювали переліки функцій та очікуваних результатів для кожного етапу. Зауважимо, що значна частина цих функцій може бути реалізована за допомогою застосування інформаційно-комунікаційних технологій.

Перший етап. Діагностика педагогом рівня розвитку і ступеня вираження особистісних якостей учнів, необхідних для здійснення тих видів діяльності, що притаманні даній освітній сфері.

Функції. Фіксація: «стартового» обсягу і предметного змісту освіти (спостереження в діяльності, тестування, конкурси, спостереження за вибором учнями завдань різного типу); розвитку знання-органів, у розумінні концепції «Парк-школа». У якій розвиток знання відбувається в ході складної взаємодії індивіда з культурним, інформаційним та предметним середовищем. Змістом освіти є сукупність способів діяльності індивіда, що призводить до розвитку його

знання-органу (ускладнення предметностей цієї діяльності, тобто індивідуальної картини світу і зовнішньої сфери діяльності);

ІКТ інструменти. Комп'ютерні тести, опитувальники, анкети, середовища аналізу BigData та соціальних мереж.

Результат цього етапу може бути представлений у вигляді переліків: знань, умінь, навичок, інтересів, здібностей, потреб, мотивів, можливостей, досвіду, особливих умов із зазначенням їх ступеня прояву; стану розвитку органів-знань;

Другий етап. Фіксування кожним учнем, а потім і вчителем фундаментальних освітніх об'єктів

Функції. Фіксація: переліку відомих і можливих ФОО; опису функціонального прояву ФОО (відповідь на запитання: «Навіщо цей ФОО вивчати?»); зони найближчого розвитку дитини. Рекомендує (показує) дитині ФОО, його найближчої зони розвитку. Це повинно сфокусувати і спростити вибір; ФОО рекомендованих стандартом відповідного рівня освіти. Вони повинні бути структуровані і перераховані, учень повинен знати, що це вимагається; ФОО суб'єктивно значущі для учня. Формуються в процесі побудови ІОТ.

ІКТ інструменти. Бази даних, опитувальники, анкети, карти знань.

Результат цього етапу: перелік та послідовність ФОО для майбутнього вивчення.

Третій етап. Вибудовування системи особистого ставлення учня до майбутньої освітньої сфери або теми, яку повинен вивчати.

Функції. Фіксація: особистісного ставлення до визначеного переліку ФОО; накопичення індивідуальних ознак (аргументів) «за» і «проти» вивчення предметної сфери, теми, підтеми; поступове заповнення «Квадратів Декарта» за кожним напрямом (область, тема, підтема);

ІКТ інструменти. Анкетування, карти знань, бази даних, пошукові системи, мультимедійні матеріали, мапи.

Результат: перелік тем, які вивчаються або які бажано вивчати; побудова і постійне уточнення своєї картини світу.

Четвертий етап. Програмування кожним учнем індивідуальної освітньої діяльності відносно «своїх» і «загальних» ФОО.

Функції. Фіксація: своїх бажаних кінцевих ОП і форми їх подання; засобів і способів діяльності; системи контролю й оцінювання своєї діяльності; створення первинного плану роботи; ІКТ інструменти: тести, карти знань, системи індивідуального та колективного планування, пошукові системи, мапи, системи колективної розподіленої взаємодії (наприклад googledocs), системи управління навчанням.

Результат: створення динамічного плану роботи (в відповідному інформаційному середовищі); долучення до плану учасників навчального процесу (батьки, тьютори, вчителі, професіонали, консультанти); обмін даними планувальників через спеціальні бази даних.

П'ятий етап. Діяльність з одночасної реалізації індивідуальних освітніх програм учнів і загальногрупової освітньої програми.

Функції: колективні заняття включають в себе пред'явлення учням ФОО; засвоєння способів роботи з ними, створення і вирішення навчальних ситуацій;

отримання учнями індивідуальних освітніх продуктів – суб'єктивних образів ФОО; демонстрація, зіставлення й обговорення продуктів навчання. Організуюча роль відводиться системі освітніх стандартів, що забезпечують порядок з індивідуальною траєкторією навчання, досягнення учнями нормативного освітнього рівня.

ІКТ інструменти. Електронні навчальні середовища, тести, майнд-карти, системи індивідуального і колективного планування, системи онлайн спілкування і взаємодії, пошукові системи, мапи, системи колективної розподіленої взаємодії, системи управління навчанням, системи ведення портфоліо.

Результати: сформовані освітні продукти учня.

Шостий етап. Демонстрація особистих освітніх продуктів учнів і їх колективне обговорення.

Функції. Фіксація: електронні портфоліо; europass, youpass; взаємооцінювання; публічні конкурси, квести, чемпіонати; сертифікації.

ІКТ інструменти. Електронні навчальні середовища, системи онлайн спілкування та взаємодії, системи ведення портфоліо, системи тестування і сертифікації, бази даних.

Результат: визнання результатів (ОП); визначення “позиції” учня на своїй власній карті розвитку й рівень просування за період; визначення зовнішнього позиціонування учня в оточуючому просторі.

Сьомий етап. Рефлексивно-оцінювальний.

Функції. Фіксація: індивідуальних і загальних освітніх продуктів діяльності (у вигляді схем, концептів, матеріальних об'єктів); застосування(репродуктивно засвоєних або творчо створених) видів і способів діяльності; самостійне порівняння запланованих і досягнутих ФОО; візуалізація прогресу результатів навчання у вигляді портфоліо, карти lapbook; метрик (які показники враховуються, які показники формуються, внутрішня і зовнішня узгодженість показників процесів та результатів).

ІКТ інструменти. Системи ведення портфоліо, системи тестування і сертифікації, системи візуалізації даних, мапи.

Результат: усвідомлення й оцінка досягнення індивідуальних і загальних цілей, рівня своїх внутрішніх змін, засвоєних способів освіти й освоєні учнем сфери; оцінювання загального освітнього процесу, колективно отриманого результату і способів їх його досягнення.

Під час аналізу етапів побудови ІОТ ми зазначили деякі ІКТ-інструменти для реалізації визначених функцій. Але цей перелік інструментів не може бути вичерпним й остаточно зафіксованим. Постійно з'являються нові інструменти й удосконалюються вже існуючі.

Розділ 4 ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ УЧНІВ З ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНИХ ПРЕДМЕТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ СИСТЕМ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

4.1. Цифрова гуманістична педагогіка як новий виклик компетентності сучасного вчителя

Природньо, що саме з педагогікою вчені пов'язують свої сподівання на створення концепції поєднання гуманістичного й технологічного компонентів освітнього процесу, створення позитивної інтегрованої реальності за умови конвергенції фізичного і віртуального навчальних середовищ.

Цифрова гуманістична педагогіка – це наука про закономірності передачі та сприймання освітнього досвіду, що відбувається у фізичній і віртуальній реальностях на основі використання ІКТ у системах відкритої освіти. Мета: розвиток людської особистості за допомогою цифрових технологій. Предмет вивчення: є вплив цифрових технологій на всіх суб'єктів педагогічного процесу, дослідження навчально-пізнавальних дій, що відбуваються в інтегрованій реальності й, відповідно до цього, проектування змісту, форм і методів навчання. Як складник цифрової компетентності має наступні дескриптори: 1) розв'язування технічних проблем, 2) визначення потреб та технологічні відповіді, 3) творче використання цифрових технологій, 4) визначення прогалів цифрової компетентності.

4.2. Функціональне визначення поняття компетентності

Компетентність ми розглядаємо як прийняття правильного рішення відносно вибору системи дій, які дозволяють досягнути встановленої мети діяльності (продуктивної поведінки у фрагменті предметної області, що вивчається). Пропонуємо для розгляду функціональну модель визначення компетентності. Схематично приклад моделі зображено на рисунку 4.1.

Суть моделі полягає в наступному: виконання будь-якої роботи може бути представлено у вигляді алгоритму; такий алгоритм конструюється з двох типів елементів. Елементів вибору і елементів дії. Припустимо, що виконавець користується алгоритмом, який ідеально описує необхідну роботу. Тоді можемо виділити наступні три точки аналізу:

1. У кожній точці вибору виконавець повинен "взяти (ідентифікувати)" з простору необхідні показники і критерії, після чого провести процедуру вибору. Може виявитися так, що реальний результат вибору буде відрізнитися від ідеального, описаного в алгоритмі.

Тобто робота в цій точці піде по неправильному шляху.

2. Кожну дію ми можемо трактувати як функцію, що викликається. На вхід ми даємо запит що треба зробити, а на виході отримуємо запланований результат. У загальному випадку, дії може виконувати сам виконавець або будь-

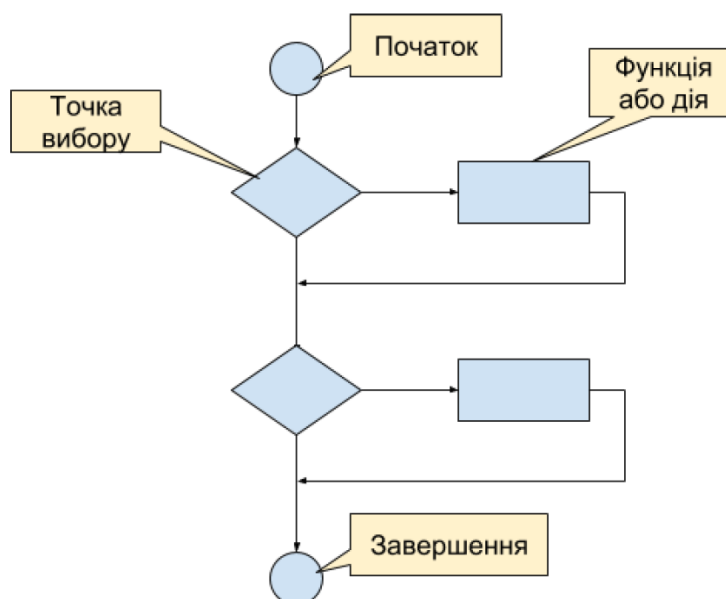


Рисунок 4.1. – Функціональна модель визначення компетентності

хто інший. Суттєвим є те, на скільки адекватно виконавець замовляє дію, може оцінити правильність результату її виконання. Точніше відповідність отриманого результату відомому опису даної дії.³ В процесі виконання роботи, можуть виникати ситуації безпосередньо не передбачені в алгоритмі, але такі, що впливають на досягнення кінцевого результату.

Тоді, в рамках запропонованої моделі, ми можемо трактувати рівень компетентності виконавця в заданій функціональній області в залежності від:

- ймовірності помилок в точках вибору;
- ймовірності помилок оцінки адекватності результатів дій запланованим;
- переліку супутніх ситуацій, які він адекватно ідентифікує і адекватно на них реагує.

4.3. Дослідження стійкості когнітивних можливостей старшокласників шляхом комп'ютерного моделювання

Зростання частки навчального процесу з використанням електронних засобів навчання, аналіз тенденцій створення нових технологій з акцентом на інтелектуальні компоненти та людиноцентричні мережі, а також фактичного світового досвіду розроблення систем «людина-кіберпростір», особливо для освіти, дозволяють визначити, що новий напрям розвитку технологій - «системи людина-кіберпростір» - швидко розвивається і часто визначається як передовий рубіж досліджень. Цей напрям розвинувся з наступних попередніх програм: людиноцентричні системи, інтерфейс людина-комп'ютер, універсальний доступ, цифрове суспільство та технології, до певної міри – електронний уряд, авторське право в інформаційній сфері, взаємодія людей та/або роботів, системи інтеграції

людини та організаційно-технічних систем, синтетичне середовище. Виходячи з цього, можна розглядати напрям як розроблення проектів у тривимірному просторі людина-комп'ютер-середовище, тобто як реалізацію проблематики ергономіки/людського чинника згідно до поглядів українських учених.

Поява таких розвинених систем змінює пріоритети суспільства, стимулюючи розвиток людського капіталу, формування умов його функціонування в цифровому середовищі, впровадження нових форм і засобів навчання, а також необхідність у нових компетентностях, зростання вимог до когнітивних можливостей людини (характер розумової діяльності якої набуває все більше рис операторської праці). Проте слід відмітити, що незважаючи на численні дослідження та публікації з питань когнітивної психології, у тому числі щодо проектування когнітивних завдань (Hollnagel, 2003), стійкість когнітивних функцій людини у часі залишається практично відкритим питанням, насамперед по відношенню до підлітків (тобто під час навчання у школі).

Основне завдання дослідження. Дослідити стійкість когнітивних функцій старшокласників за допомогою комп'ютерного моделювання потоку когнітивних завдань.

Короткий виклад розв'язання поставленого завдання.

Для вирішення поставленого завдання була використана комп'ютерна система, за допомогою якої в попередніх дослідженнях вивчався вплив зовнішніх і особистісних факторів на працездатність дорослих: фахівцях розумових видів праці та волонтерах і студентах, а також на групі старшокласників у пілот-дослідженні, у якому використовувався проектно-орієнтований підхід до розвитку дослідницьких компетентностей учнів.

Дослідження впливу енергетичного балансу, вегетативної регуляції, властивостей нервової системи та зовнішніх факторів (показники швидкості та щільності сонячного вітру) виявили їх високий кореляційний зв'язок з показниками швидкості, а особливо надійності, виконання перцептивного та когнітивних тестів. При відборі 3 найбільш інформативних незалежних змінних за стандартною процедурою покрокового регресійного аналізу було виявлено високий рівень множинної кореляції швидкості ($R = 0,72 \dots 0,98$; $p < 0,001$) і надійності виконання когнітивних задач $R = 0,88 \dots 0,91$ ($p < 0,01$). Важливим результатом є не тільки високий кореляційний зв'язок між показниками когнітивної діяльності та іншими чинниками, але самі найбільш інформативні чинники. Встановлено, що для різних тестів і випробувачів склад чинників відрізняється, проте завжди впливають суттєвим чином показники властивостей нервової системи, енергетичного балансу/дисбалансу та показники сонячного вітру.

ВИСНОВКИ

У результаті дослідження визначено понятійно-термінологічний апарат кола піднятих проблем, зокрема введено нове поняття «СКМод»; здійснено аналіз і систематизацію світового і вітчизняного досвіду, тенденцій використання й розвитку СКМод у навчанні природничо-математичних дисциплін ЗЗСО. Авторами деталізовано особливості використання СКМод пізнавальних завдань для навчання учнів ЗЗСО.

СКМод – це узагальнена характеристика класу прикладних програм навчального призначення, за допомоги яких можна підсилити природничо-математичну складову освітнього процесу. Принципи функціонування і особливості використання СКМод підтверджують думку науковців, що вона є потужним засобом візуалізації природничих процесів і явищ та може суттєво допомогти учням у пізнанні навколишнього світу. А такі предмети як математика, фізика, хімія, біологія що потребують від учня високого ступеня абстрактного мислення, можуть стати цікавими, зрозумілими і вивчатися в ЗЗСО як прикладні науки.

Разом з тим, зарубіжні вчені застерігають, що для отримання максимального ефекту від використання СКМод вони мають відповідати цілям і завданням навчання, а виробники мають постійно підтримувати й оновлювати СКМод до вимог часу та розвитку ІТ-технологій.

До переваг СКМод можна віднести: повсюдний доступ, організацію індивідуальної, групової роботи; варіативність навчальних завдань; поліпредметність; достовірність природних процесів; високий ступінь візуалізації.

До недоліків СКМод можна віднести: відсутність методики їх використання в навчальному процесі під час здобуття початкової, базової середньої та профільної освіти; відсутність вітчизняних аналогів; кількість їх не достатня для охоплення ключових тем природничо-математичних предметів; низький рівень компетентності вчителів, що їх використовують.

Заклади освіти можуть використовувати СКМод на різних рівнях і етапах навчання та в різних контекстах, що складаються з взаємопов'язаних фізичних, соціальних, культурних і технологічних аспектів.

Використання СКМод в закладах загальної середньої освіти збільшить можливості вчителів щодо вдосконалення навчання природничо-математичних предметів. Вони зможуть індивідуалізувати процес навчання, щоб задовольнити темпи, освітні інтереси і можливості кожного конкретного учня.

Оскільки школи надають освітні послуги учням різних вікових та соціальних категорій, то широке використання СКМод потенційно може покращити доступ до високоякісних навчальних матеріалів для учнів які отримують освіту за дистанційною, заочною, мережною, екстернатною, сімейною, патронажною, індивідуальною і дуальною формами навчання та учнів з особливими потребами.

Співпраця наукових установ з виробниками може суттєво покращити ситуацію щодо розроблення стандартів та зменшення бар'єрів в розробленні й

використанні СКМод закладів освіти.

Нині комп'ютерне моделювання стає новим і ефективним інструментом навчання, який забезпечує інтерактивність і інтеграцію з онлайн-ресурсами, які зазвичай були недоступні в традиційних шкільних середовищах.

На нашу думку, готовність учителя до використання новітніх технологій має формуватися цілеспрямовано, на засадах використання в професійній діяльності СКМод; співпраці й обміну досвідом з педагогами-новаторами; впровадження нових методів навчання, які забезпечують підвищення інтересу учнів до навчання і формування предметних компетентностей.

Подальшого дослідження потребують питання розробки моделі використання СКМод в освітньому процесі і розробка методичних засад для вчителя щодо використання СКМод і пізнавальних завдань для формування компетентностей учнів з природничо-математичних предметів.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. 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. P. 380-387.
2. Burov O. Models and applied tools for prediction of student a bility to effective learning. 14th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer. 2018. Vol-2104. P. 404-411.
3. 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. P. 278-293.
4. Oleksandr Burov Profile mathematical training: particular qualitiesofintellectstructureofhigh school students. Фізико-математична освіта. 2018. №. 1 (15) С. 108-112. англ. Index Copernicus ImpactFactor.
5. Olga P. Pinchuk, Oleksandra M. Sokolyuk Cognitive activity of students under conditions of digital transformation of learning environment. Інформаційні технології в освіті. Київ. 2018. № 36. С.71-81.
6. Барладим В.М. Місце комп'ютерного моделювання в неформальній освіті. Звітна наукова конференція Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України: матеріали наукової конференції. Київ, 2018. С.131-132.
7. Богачков Ю.М. Функціональне визначення поняття компетентності: Звітна наукова конференція Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України: матеріали наукової конференції, Київ : ПТЗН НАПН України, 2018, С. 132-135.
8. Богачков Ю.М., Ухань П.С. Інформаційно-комунікаційні інструменти побудови індивідуальної освітньої траєкторії старшокласників. Інформаційні технології і засоби навчання. 2018. Том 64. №2. С. 23-38.
9. Буров А.Ю. Синтетическая обучающая среда: особенности проектирования. Інформаційні технології і засоби навчання. Київ. 2018. Том 66. №4. С. 1-13.
10. Буров О.Ю. Дослідження стійкості когнітивних можливостей старшокласників шляхом комп'ютерного моделювання Звітна наукова конференція Інституту

інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України: матеріали наукової конференції, Київ: ІТЗН НАПН України, 2018, С. 135-139.

11. Буров О.Ю. Інформаційна ера та вимоги до засобів навчання. Цифрова компетентність сучасного вчителя нової української школи: зб.тез доповідей учасників всеукр.наук.-практ.семінару (Київ, 28 лютого 2018 р.). Київ.: ІТЗН НАПН України: Київ, 2018. С.12-13.

12. Гуржій А.М., Карташова Л.А., Лапінський В.В. Нова українська школа: цифрові ресурси як необхідний чинник підтримки неперервної освіти. Сборник трудов XIII Международной конференции «Современные достижения в науке и образовании». Нетания. Израиль. 2018. С.195-200.

13. Гуржій А.М., Карташова Л.А., Лапінський В.В. Формування вимог до електронного середовища освітнього округу. Сборник трудов XIII Международной конференции «Современные достижения в науке и образовании». Нетания. Израиль. 2018 С.206-210.

14. Дементієвська Н.П. Сайт інтерактивних симуляцій РНЕТ як надійне і безпечне середовище для формування компетентностей учнів у природничо-математичних науках. Звітна наукова конференція Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України: матеріали наукової конференції (27 березня, 2018р.). Київ. ІТЗН НАПН України, 2018, С. 139-141.

15. Литвинова С.Г. Використання систем комп'ютерного моделювання для проектування дослідницьких завдань з математики. Фізико-математична освіта. Вип. 1 (15). Суми. 2018. С.83-89.

16. Литвинова С.Г. Національно-патріотичне виховання в проектній діяльності учнів на засадах використання хмарних сервісів та систем комп'ютерного моделювання (СКМод). Педагогічний часопис Волині. 2018. №1(8). С. 72-81.

17. Литвинова С.Г. Основи проектування навчального завдання з використанням системи комп'ютерного моделювання. Звітна наукова конференція Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України: матеріали наукової конференції (27 березня, 2018). Київ. ІТЗН НАПН України, 2018. С. 146-148.

18. Литвинова С.Г. Система комп'ютерного моделювання об'єктів і процесів та особливості її використання в освітньому процесі загальноосвітніх навчальних закладів. Інформаційні технології і засоби навчання. Київ. 2018. Том 64. № 2. С. 48-65.

19. Пінчук О. П., Комплексне формування компетентностей учнів у природничих науках і технологіях. Звітна наукова конференція Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України: Збірник матеріалів наукової конференції. Київ. ІТЗН НАПН України, 2018, С.148-150.

20. Пінчук О.П. Цифрова гуманістична педагогіка як новий виклик компетентності сучасного вчителя. Актуальні проблеми природничо-математичної освіти в середній і вищій школі (м.Херсон, 13-15 вересня 2018р.). Херсон: ХНТУ. 2018. С. 13-14.

21. Пінчук О.П., Соколюк О.М. Навчально-пізнавальна діяльність учнів в умовах використання Інтернет орієнтованих освітніх технологій. Інтернет-Освіта-Наука-2018 (м. Вінниця, 22-25 травня, 2018). Вінниця, ВНТУ. 2018. С. 266-268.

22. Слободяник О.В. Інструментальні засоби для комп'ютерного моделювання пізнавальних задач з фізики. Фізико-математична освіта. Суми. Вип. 4(18). 2018.

23. Слободяник О.В. Комп'ютерне моделювання на уроках фізики. Засоби і технології сучасного навчального середовища: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції, (Кропивницький 18-19 травня 2018 року). Кропивницький: ПП " «Ексклюзив-Систем», 2018. С. 96-98.

24. Слободяник О.В. Комп'ютерне моделювання як засіб активізації пізнавальної діяльності на уроках фізики. Наукові записки Серія: Педагогічні науки. Кропивницький. Вип. 169. 2018. С. 140 -144.
25. Слободяник О.В. Мобільні технології як засіб активізації пізнавальної діяльності з природничо- математичних дисциплін. Актуальні проблеми природничо-математичної освіти в середній і вищій школі матеріали науково-практичної конференції (Херсон 13-15 вересня 2018р.). Херсон: ХНТУ, 2018. С. 19-21.
26. Слободяник О.В. Організація дослідницької діяльності з фізики засобами комп'ютерного моделювання. Наукова діяльність як шлях формування професійних компетентностей майбутнього фахівця: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (м.Суми, 6-7 грудня 2018 р.). Суми: ФОП: Цьома С.П., 2018. С. 91-93.
27. Слободяник О.В. Теоретичні аспекти імітаційного моделювання в навчанні фізики. Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. Кропивницький. 2018. Вип.173. С.179-183.
28. Соколюк О. М. Моделювання у навчально-пізнавальній діяльності учнів: аспект природничо-математичних предметів. Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. Кропивницький. 2018. Вип.169. С. 144 -149.
29. Соколюк О.М. Аспект пізнавальної діяльності учнів в умовах інформаційно-освітнього середовища навчання. Звітна наукова конференція Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України: матеріали наукової конференції (27 березня, 2018), Київ : ІТЗН НАПН України, 2018. С. 155-157.
30. Соколюк О.М. Дидактичні можливості моделювання у процесі вивчення природничо-математичних предметів в закладах загальної середньої освіти. Засоби і технології сучасного навчального середовища: матеріали міжнародної науково-практичної конференції (18-19 травня 2018 року). Кропивницький: ПП «Ексклюзив-Систем», 2018. С. 31-34.
31. Соколюк О.М. Формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з природничо-математичних предметів. Актуальні проблеми природничо-математичної освіти в середній і вищій школі: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. (м.Херсон 13-15 вересня 2018р.). Херсон: Видавництво ХНТУ. 2018. С. 51-53.
32. Яськова Н.В. Про використання комп'ютерного моделювання у роботі з учнями початкових класів. Звітна наукова конференція Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України: матеріали конференції (27 березня, 2018) м. Київ, 2018. С. 155-157.
33. Яськова, Н.В. Деякі аспекти використання комп'ютерного моделювання у роботі з учнями в світовій та вітчизняній практиці. Наукова молодь-2018. матеріали науково-практичної конференції молодих вчених. (м.Київ, 16 листопада 2018р.). м. Київ, Україна. URL: <http://lib.iitta.gov.ua/712523/> (дата звернення: 15.11.2018р).