



НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ПЕДАГОГІЧНИХ НАУК УКРАЇНИ



ІНСТИТУТ ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ І ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ

МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ УЧНІВ ІЗ ПРИРОДНИЧО- МАТЕМАТИЧНИХ ПРЕДМЕТІВ

Методичні рекомендації



Київ
Педагогічна думка
2020

УДК 373.3/.5.016:5]:004

М54

*Рекомендовано до друку Вченою радою Інституту
інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України
(Протокол № 9 від 30.06.2020 р.)*

Рецензенти:

О. І. Чобаль, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедра твердотільної електроніки та інформаційної безпеки Ужгородського національного університету

М. В. Мар'єнко, кандидат педагогічних наук, старший науковий співробітник Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України

М54 **Методика** використання комп'ютерного моделювання для формування компетентностей учнів з природничо-математичних предметів: [Електронне видання]: методичні рекомендації / С. Г. Литвинова, Н. П. Дементієвська, О. В. Слободяник, О. М. Соколюк, Пінчук О.П., О.О. Гриб'юк / за наук. ред. С. Г. Литвинової. Київ: Педагогічна думка, 2020. – 73 с.

ISBN 978-966-644-560-8

Методичні рекомендації присвячено висвітленню теоретичних і методичних засад використання комп'ютерного моделювання для формування компетентностей учнів із природничо-математичних предметів в закладах загальної середньої освіти.

Авторами обґрунтовано теоретичні й методичні аспекти використання комп'ютерного моделювання для організації і проведення практичних, лабораторних робіт, формування індивідуальної траєкторії розвитку учнів на природничо-математичних предметах. Приділено увагу побудові стратегії використання комп'ютерних моделей та розробленню припущень/гіпотез. Надано методичні рекомендації щодо організації дистанційної підтримки освітнього процесу під час довготривалих карантинів з використанням комп'ютерного моделювання, здійснено добір систем комп'ютерного моделювання та сервісів для формування компетентностей учнів.

Для науковців, викладачів, учителів закладів загальної середньої освіти, студентів педагогічних ЗВО, слухачів курсів ПППО, працівників освіти, фахівців, діяльність яких пов'язана з впровадження ІКТ в освітній процес.

УДК 373.3/.5.016:5]:004

© Інститут інформаційних технологій
і засобів навчання НАПН України, 2020
© С. Г. Литвинова, Н. П. Дементієвська,
О. В. Слободяник, О. М. Соколюк,
О.П. Пінчук, О.О. Гриб'юк, 2020
© Педагогічна думка, 2020

ISBN 978-966-644-560-8

ЗМІСТ

ВСТУП	5
Розділ 1. ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ УЧНІВ З ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНИХ ПРЕДМЕТІВ	7
1.1. Основи проектування пізнавального завдання з використанням системи комп'ютерного моделювання	9
1.2. Гіпотези в освітньому процесі	13
1.3. Стратегії створення дослідницьких завдань	18
1.4. Використання пізнавальних завдань для формування компетентностей учнів з природничо- математичних предметів	20
1.5. Добір комп'ютерних моделей для формування дослідницьких компетентностей учнів з природничо-математичних предметів	24
Розділ 2. ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ (СКМод) В ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ	26
2.1. Організація і проведення навчального дослідження з використанням системи комп'ютерного моделювання	26
2.2. Організація і проведення фронтальних видів робіт (пояснення нового матеріалу, фронтальний експеримент) з використанням СКМод	29
2.3. Організація і проведення практичних і лабораторних робіт з використанням СКМод	32
2.4. Використання СКМод на STEM-уроках хімії	36

2.5. GeoGebra як засіб підтримки дослідницької діяльності учнів у процесі навчання математики	40
2.6. Формувальне оцінювання як засіб формування природничо-математичної компетентності учнів	44
2.7. Організація дистанційного навчання учнів з використанням СКМод на порталі CK12.org	46
Розділ 3. ПІДГОТОВКА УЧИТЕЛІВ ДО НАВЧАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯМ УЧНІВ	47
3.1. Організація і проведення тренінгу для вчителів ЗЗСО щодо використання СКМод	47
3.2. Реалізації моделі «перевернутий клас» на уроках фізики з використанням СКМод	51
3.3. Використання комп'ютерних моделей для побудови індивідуальної траєкторії розвитку учнів	54
3.4. Робочий аркуш учня до теми «Здоров'я і фізичні вправи» (біологія).	56
3.5. Формулювання гіпотез на прикладі уроку фізики з використанням СКМод	60
3.6. Робочий аркуш учня до практичної роботи «Рівень Ph кислот та основ» (хімія)	62
ДОДАТОК. ДОДАТКОВІ МАТЕРІАЛИ Й РЕСУРСИ ДЛЯ ВЧИТЕЛЯ.	66
Література	68

ВСТУП

Цифрові технології радикально змінюють процеси навчання й учіння, трансформуючи ландшафт сучасної освіти.

Увага науковців, педагогів-практиків останнім часом все більше звернена до проблем застосування цифрового контенту, інтернет-ресурсів в освітньому процесі, що зумовлено різними чинниками, зокрема, стрімким впровадженням STEM-освіти, організацією в закладах загальної середньої освіти дистанційного навчання, моделей «перевернутий клас» та ін. До переліку цифрових освітніх ресурсів, якими має оперувати вчитель у своїй професійній діяльності, відносять: цифрові тексти, навчальне відео, інтерактивні завдання, вікторини, банки запитань, тематичні веб-ресурси, галереї фотографій, віртуальні музеї, змішане навчання, цифрові лабораторії, флеш-карти, комп'ютерне моделювання.

Проте відсутність інформації, системного навчання вчителів (підвищення їхньої ІК-компетентності) призводить до суттєвого розриву в потребах школи XXI ст. і професійному зростанні вчителя у питаннях використання новітнього цифрового контенту та цифрових засобів навчання, про що свідчать дослідження науковців й опитування, проведені серед вчителів. Так під час дослідження 2017 р. (ІІТЗН НАПН України) було проведено опитування у якому 70 % вчителів зазначили, що не використовують комп'ютерне моделювання на уроках¹. Основними причинами низької активності було: відсутність доступу до комп'ютерів, потреба в доступі до мережі Інтернет, відсутніх методичних розробок для проведення уроків. Протягом 2018—2019 рр. команда Стенфордського університету Фундації СК-12 провела низку вебінарів щодо навчання вчителів з використання комп'ютерних моделей, електронних підручників та онлайн-нових тестів. У процесі опитування учасників було з'ясовано, що 75 % вчителів не використовують ці ресурси в освітньому процесі². Вони визначили основними проблемами: відсутність інформації, необхідність постійного доступу до мережі Інтернет та відсутність навиків використання новітніх технологій.

Комп'ютерне моделювання є актуальним методом наукового пізнання. Метод моделювання дає можливість в ході експерименту вивчати об'єкти, будувати логічні конструкції і наукові абстракції. Засвоєння знань учнями відбувається більш ефективно в процесі діяльності. Дослідниками

1 http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua//journals/2018-v1-15/2018_1-15-Lytvynova_Scientific_journal_FMO.pdf

2 <https://www.youtube.com/user/CK12Foundation>

встановлено, що такою діяльністю може бути розроблення комп'ютерних моделей фізичних явищ [10—12]. Створення комп'ютерної моделі насамперед вимагає від учня глибокого розуміння математичного опису та сутності процесів, які відбуваються. 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».

Однак більшість учених схиляються до думки, що не тільки розроблення комп'ютерних моделей формує уявлення учнів про навколишній світ. Якість природничо-математичної освіти можна забезпечити системним активним використанням комп'ютерного моделювання на уроках цих дисциплін для розв'язання навчальних пізнавальних задач.

Ученими було порушено такі проблеми й обґрунтовано такі напрями використання комп'ютерного моделювання в освітній практиці: концептуальні питання розвитку комп'ютерного моделювання (С. Г. Литвинова, 2018); активізації пізнавальної діяльності учнів на уроках фізики засобами комп'ютерного моделювання (О. В. Слободяник, 2019); розроблення критеріїв добору комп'ютерних моделей для використання в освітньому процесі (Н. П. Дементієвська, 2019); визначення ергономічних вимог до використання комп'ютерних моделей в умовах закладів загальної середньої освіти (О. Ю. Буров, 2019), широко обговорювалося питання формування предметних компетентностей учнів засобами комп'ютерного моделювання (О. М. Соколюк, О. П. Пінчук, 2019); цифрові інтерактивні плакати (О. О. Рибалко, 2018), теоретичні аспекти імітаційного моделювання в навчанні фізики (О. В. Слободяник, 2018), аспекти безпечної роботи учнів у мережі Інтернет, зокрема у процесі комп'ютерного моделювання (В. Ю. Биков, О. Ю. Буров, Н. П. Дементієвська, 2019).

РОЗДІЛ І

ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ УЧНІВ З ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНИХ ПРЕДМЕТІВ

Наукова грамотність (Science Literacy) є одним з компонентів дослідження PISA (Programme for International Student Assessment). «Це дослідження сприяє усвідомленню місця природничо-наукових дисциплін в українській школі та їхнього змісту, адже розуміння природничо-наукової освіченості як однієї з ключових компетентностей не в повній мірі відповідає усталеній в Україні традиції навчання фізики, хімії, біології, географії й астрономії в школі» [36, с. 4].

Термін «грамотність» визначається як вміння читати, писати й використовувати мову [20]. Однак експерти Організації Об'єднаних Націй з питань освіти, науки і культури (ЮНЕСКО) запропонували визначити грамотність як «здатність ідентифікувати, розуміти, інтерпретувати, створювати, спілкуватися і обчислювати, використовуючи друковані та письмові матеріали, пов'язані з різними контекстами». Експерти зазначають: «Грамотність описують як безперервне навчання, що дає можливість людям досягати своїх цілей, розвивати свої знання, потенціал і повною мірою брати участь у житті свого суспільства та суспільства в цілому» [41].

Концепція наукової грамотності стосується як знань про науку, яка вивчає питання створення, розвитку і збереження природи світу, так і знань про наукові технології, спрямовані на досягнення ефективного розв'язання реальних життєвих проблем.

З визначення, запропонованого ЮНЕСКО зрозуміло, що грамотність — це одна з ключових компетентностей, зазначена в рамковій програмі ЄС щодо оновлення компетентностей для навчання впродовж життя (2018 р.), а експертами окремо визначено **основні** компетентності у природничих, точних науках та математичну компетентність.

Компетентність у точних науках — це здатність використовувати знання і методології згідно з людськими потребами і бажаннями. Компетентність у природничих науках передбачає розуміння змін, спричинених людською діяльністю, і відповідальність кожного індивідуального громадянина [36].

Природничо-наукова компетентність включає три складники: *здатність пояснювати явища науково, здатність оцінювати та розробляти наукові дослідження, здатність науково інтерпретувати дані й докази* [36].

Здатність пояснювати явища науково (розпізнавати, пропонувати й оцінювати пояснення різних природних і технологічних явищ):

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

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

- виявляти проблемні питання в конкретному науковому дослідженні;
- розпізнавати питання, які можна вивчити під науковим кутом зору;
- пропонувати способи вивчення досліджуваного питання з наукового погляду;
- оцінювати способи вивчення досліджуваного питання під науковим кутом зору;
- описувати й оцінювати надійність даних, їхню об'єктивність й узагальнені пояснення.

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

- переносити дані з однієї форми подання в іншу;
- аналізувати й інтерпретувати дані та робити відповідні висновки;
- відрізнити аргументи, зроблені на основі наукових доказів і на основі теорії, від тих, що ґрунтуються на інших міркуваннях;

оцінювати наукові аргументи й докази з різних джерел (наприклад, з газети, журналів, Інтернету тощо) [36].

Природничо-наукова компетентність охоплює такі компоненти: ставлення, критичне оцінювання, допитливість, етичні питання, повага як до безпеки так і до сталого розвитку, зокрема що стосується наукового і технологічного процесу у поєднанні з власними потребами, сім'ї, спільноти і глобальними питаннями [42].

Важливим складником загальної середньої освіти є і математична компетентність — це здатність застосовувати логіко-математичне мислення для вирішення проблем у повсякденному житті, зокрема просто-

рове мислення і математичний апарат (формули, моделі, конструкції, графіки, діаграми); математично обґрунтовувати, розуміти математичні докази і спілкуватися математичною мовою та використовувати відповідні засоби, зокрема статистичні дані та графіки [42].

Тому під природничо-математичною компетентністю будемо розуміти здатність здобувачів освіти вивчати й вирішувати питання, пов'язані з природничими науками і математичним опрацюванням даних на ціннісних засадах.

1.1. ОСНОВИ ПРОЄКТУВАННЯ ПІЗНАВАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ СИСТЕМИ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

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 знаннєва компонента [1, с. 12].

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

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

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

Тому педагоги з різних країн світу порушують 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 їхнього розв'язання, активізують їхню освітню діяльність, дадуть поштовх до формування предметних компетентностей.

Вдалим рішенням для проєктування навчальних пізнавальних 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.

Для проектування пізнавального завдання з використанням комп'ютерного моделювання визначимо чотири основні етапи (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Етапи проектування пізнавального завдання

Етап	Зміст
Перший	Формулювання (опис) життєвої ситуації
Другий	Формулювання припущень, гіпотез, пошук вирішення проблеми (часткові результати)
Третій	Пошук додаткових відомостей для вирішення проблеми (процес здобування нових знань)
Четвертий	Дослідження та добір ефективних способів вирішення проблеми

Наявність зарубіжних розробок систем комп'ютерного моделювання дає можливість використати якісний освітній контент для підвищення інтересу учнів до природничо-математичних предметів, формувати природничо-математичну компетентність, розвивати дослідницькі уміння, збільшувати словниковий запас термінів, що відображаються англійською мовою і сприяти розвитку іншомовної компетентності.

Повсюдний доступ до СКМод може забезпечити неперервний освітній процес у період тривалих карантинів або учням, які за тривалої хвороби не можуть відвідувати школу (рис. 1.1—1.2).

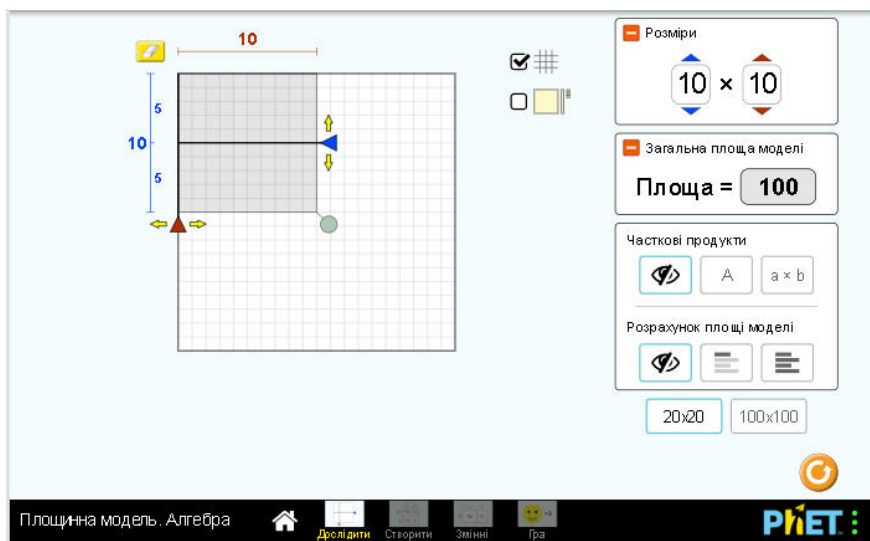


Рис. 1.1. Комп'ютерне моделювання з математики на сайті phet.colorado.edu

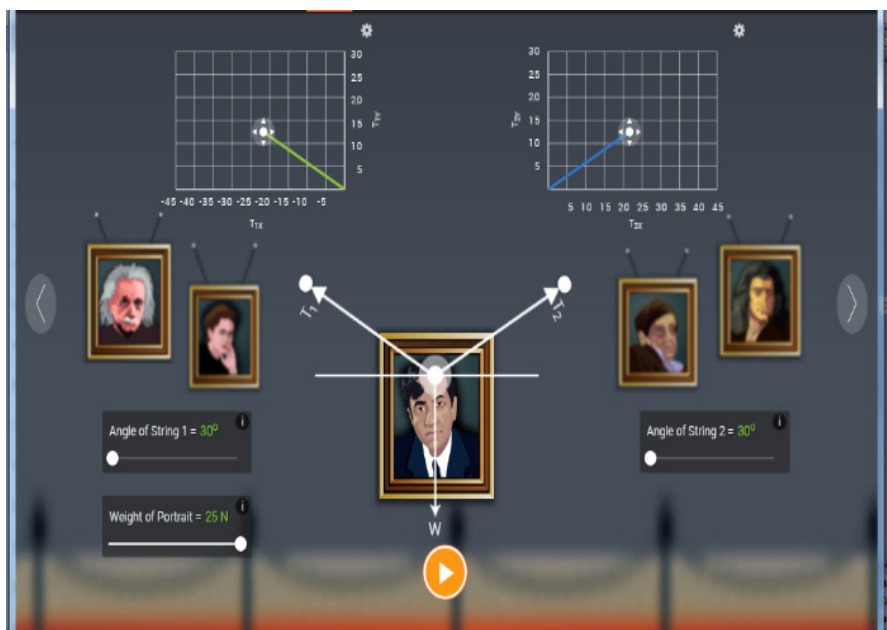


Рис. 1.2. Комп'ютерне моделювання з фізики на сайті www.ck12.org

Останнім часом дедалі більшої популярності серед педагогічної спільноти та учнів набувають імітаційні (імітація процесу або явища), ігрові (має навчальну стратегію, варіативність вибору рішень), з персонажем та без системи комп'ютерного моделювання. Розглянемо приклад проєктування навчального завдання з використанням комп'ютерного моделювання (Simulations).

Перший етап. Проєктування має розпочатися з опису реальної життєвої ситуації. Наприклад, у день футбольного матчу в Барселоні пройшов рясний дощ. У другому таймі на 31-й 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 (рис. 1.3).

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. 1.4).



Рис. 1.3. Опис життєвої ситуації

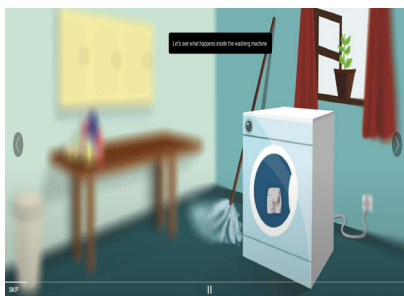


Рис. 1.4. Часткове вирішення проблеми. Побудова припущення

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 мають ознайомитися з характеристиками хімічних сполук (мило, жир, цукор). Знайти відомості про полярні і неполярні молекули (рис. 1.5).

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 (рис. 1.6).

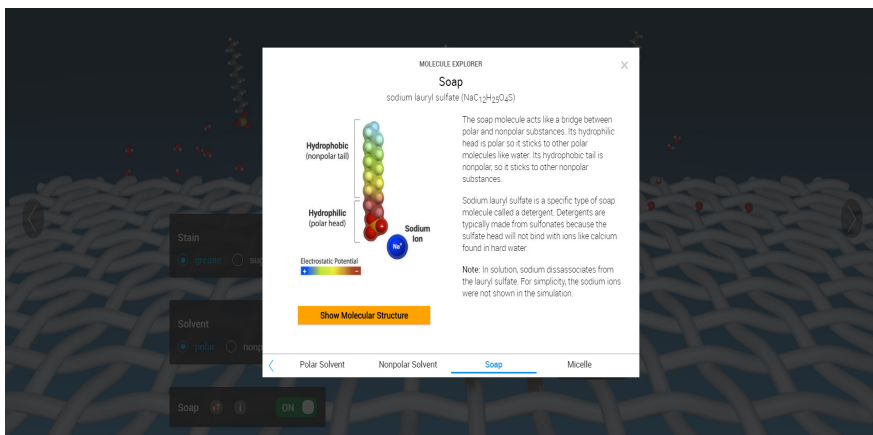


Рис. 1.5. Додаткові відомості для вирішення проблеми

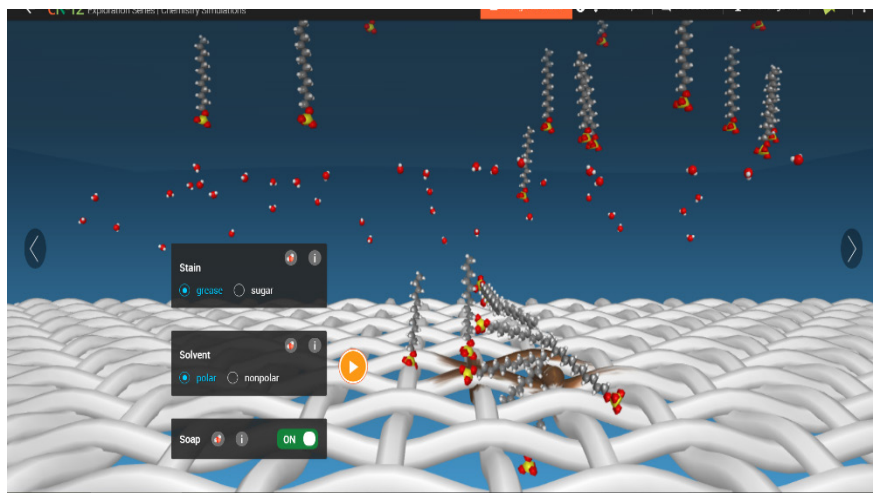


Рис. 1.6. Вирішення проблеми

Учні мають спланувати перебіг дослідження, адже довільне перемикавання режимів і введення даних 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.

1.2. ГІПОТЕЗИ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ

Не викликає сумнівів твердження, що природничі науки краще вивчати експериментально. Найголовніше, до чого має призвести таке навчання, це не стільки знання законів природи і формул, інформацію про які за сучасних умов можна отримати за декілька «кліків» через мережу Інтернет, а головною метою природничої освіти має стати формування в учнів наукового мислення. У книзі «Мистецтво навчати. Як підготувати дитину до реального життя» Т. Вагнер і Т. Дінтерсміт³ зазначають, що, якщо основою для успіху у вивченні природничих наук у XX столітті були знання з основних дисциплін (фізики, хімії, біології), основних понять, визначень, формул та ознайомлення з основами проведення лабораторних і практичних робіт, то в моделі XXI століття такими навичками стають:

- розуміння того, як влаштовано світ;
- уміння формулювати і перевіряти наукові гіпотези;

3 Вагнер Т., Дінтерсміт Т. Мистецтво навчати. Як підготувати дитину до реального життя. Київ: Наш формат, 2017. 312 с.

-
- уміння ставити продумані запитання та проводити експерименти;
 - уміння створювати щось нове на основі наукових принципів;
 - уміння застосовувати наукові принципи на межі різних наук;
 - творчо підходити до наукової роботи.

З початку XXI століття найбільш теоретично обґрунтованою і практично підтвердженою педагогічною технологією, що відповідає цим викликам, стає навчання за Inquiry-Based Learning (англ.) — навчання на основі учнівських запитів через дослідження. Навчання за цією технологією узгоджується й з ключовими принципами Нової української школи. Під час такого навчання учень ставить запитання, шукає на них відповіді, формулює передбачення і гіпотези, обговорює результати своїх міркувань з іншими учнями, експериментально перевіряє їх в умовах реального чи віртуального комп'ютерного експерименту. Саме формулювання гіпотез може бути викликом для вчителів.

Гіпотеза — твердження, що пропонує можливе пояснення якогось явища чи події. **Якісна гіпотеза** — це твердження, яке можна *перевірити* і яке має включати передбачення. Гіпотези не слід плутати з теорією/законом. Теорії/закони — це загальні пояснення, які ґрунтуються на великій кількості даних. Наприклад, теорія еволюції застосовується до всього живого і базується на широкому спектрі спостережень. Однак є багато речей про еволюцію, які не є повністю зрозумілими, скажімо, стрибкоподібні зміни форми організмів у викопних зразках.

Починати формування в учнів уміння формулювати гіпотези варто з *початкової школи*, коли учні, досліджуючи відповіді на запитання вчителя чи власні запитання, мають спочатку висловлювати припущення у вигляді відповіді на запитання: «А що буде, якщо...?». Потім поставити учням запитання: «Чому у вас виникли такі передбачення?».

У *середніх класах* варто ознайомити учнів з поняттям гіпотези і одним з мовленнєвих кліше для їхнього формулювання. Одним з простих і зрозумілих учням може бути формулювання гіпотези у вигляді твердження «Якщо..., то....». Доцільно ознайомити учнів з однією з головних ознак такого твердження — гіпотеза має містити спосіб її перевірки, тестування.

Заняття з учнями середніх класів щодо ознайомлення і набування навичок розроблення гіпотез пропонуємо провести за таким сценарієм⁴.

Розроблення гіпотези для учнів середніх класів

4 Перекладено і адаптовано з <https://www.teachervision.com/scientific-method/developing-hypothesis>

Припустимо, ви та ваш сусід вирощуєте помідори. Одного разу ви помітили, що рослини вашого сусіда набагато більші за ваші. Що спричиняє таку різницю? Як ви можете змусити ваші рослини рости так же швидко, як і сусідні?

Питання, яке ви поставили щодо росту помідорів, може привести вас до вироблення гіпотези. Гіпотеза — це передбачення результатів наукового дослідження. Як і всі прогнози, гіпотези ґрунтуються на спостереженнях людини та попередніх знаннях або досвіді.

У науці гіпотези мають бути такими, які можна перевірити. Це означає, що дослідники повинні мати можливість провести розслідування та отримати докази, які свідчать про те, чи дійсна гіпотеза чи помилкова. Спосіб написання гіпотези може окреслити спосіб її перевірки. Спробуйте сформулювати кожен зі своїх гіпотез у формі твердження **Якщо..., тоді...**

Прочитайте три приклади. Зверніть увагу, які з цих прогнозів перевіряються. Зверніть увагу на те, які гіпотези сформульовані правильно.

Приклад 1: Якщо я додаю рослинам добриво, то вони виростуть такими ж великими, як і рослини мого сусіда. (таку гіпотезу можна перевірити і вона правильно сформульована)

Приклад 2: Якщо мені пощастить, то мої рослини виростуть більше. (не перевіряється, оскільки ви не можете контролювати «отримання щастя»)

Приклад 3: Мої рослини не ростуть більше, тому що я їх не достатньо поливаю (не правильно сформульовано)

Поради щодо розроблення гіпотез

- Ідеї для гіпотез часто є наслідком виявлених проблем або порушених питань. Щоб допомогти розробити ідеї гіпотези, запишіть декілька запитань до теми, яку досліджуєте. Спробуйте обмежити запитання тими, які можна дослідити. Потім напишіть гіпотезу.
- Переконайтесь, що гіпотеза є передбаченням.
- Переконайтесь, що гіпотезу можна перевірити шляхом дослідження.
- Перевірте, як ви сформулювали гіпотезу. Правильно сформульована гіпотеза має форму твердження **«Якщо.. тоді....»**

Перевірте себе! Напишіть правильно сформульовану гіпотезу, яка ґрунтується на такому, наприклад, запитанні: «Чи пусті вантажні автомобілі виділяють таку ж кількість газу, як і вантажівки з великим завантаженням?»

Розроблення гіпотези для учні старших класів

У старших класах доцільно не тільки звертати увагу на саме формулювання і можливість перевірки твердження-гіпотези, а й вводити

поняття незалежної і залежної змінної в гіпотезі та ознайомити учнів із загальною стратегією формулювання гіпотез. Формалізовані гіпотези містять дві змінні — «незалежну» і «залежну». Незалежна змінна — це та, яку учні, «як учені», контролюють/вивчають, а залежна — та, за якою вони спостерігають та / або змінюють/ коли вимірюють результати.

Пропонуємо наступні поради щодо обмірковування та написання гіпотез для роботи зі старшокласниками:

Першим кроком є постановка запитання. Перш ніж скласти гіпотезу, учні мають чітко визначити запитання, яке їх цікавить.

Наступним кроком є перетворення запитання на твердження. Гіпотеза — це твердження, а не запитання. Гіпотеза в навчанні — це не наукове запитання. Гіпотеза — це передбачення того, що станеться, і яке можна протестувати.

Запропонуйте учням зробити формулювання чітким і зрозумілим. Хороша гіпотеза написана зрозумілою та простою мовою.

При написанні гіпотези потрібно визначити залежні й незалежні змінні. Хороша гіпотеза визначає змінні в простих для вимірювання термінах.

Важливо переконатися, що гіпотеза може бути перевірена. Щоб довести або спростувати гіпотезу, потрібно провести експеримент і провести вимірювання або зробити спостереження, щоб побачити, як пов'язані дві змінні. Важливою умовою є також можливість повторити експеримент декілька разів, якщо це необхідно.

Щоб створити гіпотезу, яку можна перевірити, запропонуйте учням переконатися, що вони (табл. 1.2):

- поміркували, які експерименти чи спостереження потрібно буде провести, щоб перевірити гіпотезу;
- визначили змінні (залежні і незалежні);
- включили ці незалежні та залежні змінні у твердження гіпотези (це допомагає гарантувати, що гіпотеза є достатньо конкретною і точною);
- переконалися, що гіпотеза є твердженням, яке стосується одного експерименту, котрий можна повторити за потреби.

Приклади розроблення гіпотез

Вдалі гіпотези	Невдалі гіпотези
<p>Якщо відійти далі від працюючої мікрохвильової печі, то сигнал мобільного телефону покращиться, оскільки ми будемо подалі від джерела перешкод. <i>(Ця гіпотеза дає чітку вказівку на те, що підлягає тестуванню (покращення сигналу телефону), є керованим для одного експерименту, згадує незалежну змінну (відстань від мікрохвильовки) та залежну змінну (сигнал телефону) і прогнозує ефект (збільшення відстані покращує сигнал)</i></p>	<p>Електромагнітні хвилі впливають на якість мобільного зв'язку. <i>(Це твердження є надто загальним, щоб його перевірити. Немає вказівок на те, що буде вимірюватися для оцінки прогнозу.)</i></p>
<p>Якщо у воді менше кисню, то акваріумні рибки більше страждають від бактеріальних і грибкових захворювань. <i>(Гіпотеза є випробуваною, простою, пишеться як твердження і встановлює учасників (рибки), змінні (кисень у воді та кількість захворювань) та прогнозує ефект (у міру зниження рівня кисню, кількість захворювань зростає)</i></p>	<p>Наш Всесвіт оточений іншим, більшим Всесвітом, з яким ми не можемо мати абсолютно ніякого контакту. <i>(Це твердження може бути, а може і не бути істинним, але це не наукова гіпотеза. За своєю суттю це не перевіряється. Немає спостережень, які вчений може зробити, щоб сказати, чи є гіпотеза правильною чи ні.)</i></p>
<p>У заражених попелицями рослин, на які потрапляють бедрики, через тиждень буде менше попелиць, ніж у рослин, заражених попелицею, на яких немає цих комах. <i>(Ця гіпотеза дає чітку вказівку на те, що підлягає тестуванню (здатність сонечок стримувати зараження попелицею), є керованим для одного експерименту, згадує незалежну змінну (бедрика) та залежну змінну (число попелиць) і прогнозує ефект (наявність бедриків зменшує кількість попелиць).</i></p>	<p>Бедрик — хороший природний пестицид для лікування заражених попелицями рослин. <i>(Це твердження є завеликим і загальним, щоб його перевірити. Незалежно від того, чи є щось «хорошим природним пестицидом», занадто розпливчато для наукового дослідження. Немає чітких вказівок на те, що буде вимірюватися, які рослини, що означає «хороший» для оцінки прогнозу)</i></p>

Приклади формалізованих гіпотез:

- Якщо **рак шкіри** пов'язаний з **ультрафіолетовим світлом**, тоді у людей з високим рівнем впливу ультрафіолетового світла спостерігається більша частота раку шкіри.
- Якщо **зміна кольору листя** пов'язане з **температурою**, то зменшення температури призведе до зміни кольору листя.

Ці твердження містять слова «якщо» і «тоді/то». Вони важливі у формалізованій гіпотезі. Але не всі такі твердження є гіпотезами. Наприклад, «Якщо я зіграю в лотерею, то розбагатию», це просте передбачення. У формалізованій гіпотезі викладено орієнтовний зв'язок. Скажімо, якщо *частота виграшу* пов'язана з **частотою купівлі лотерейних квитків**. «Тоді/то» супроводжується прогнозом того, що станеться, якщо ви збільшите або зменшите частоту купівлі лотерейних квитків. Якщо ви завжди запитуєте себе, що якщо одна річ пов'язана з іншою, то ви повинні мати можливість її перевірити.

У висловлюваннях, наведених вище залежна змінна — позначена підкресленням), а незалежна змінна — *курсивом*.

Цінність формалізованої гіпотези полягає в тому, що вона змушує задуматися над тим, які результати нам слід шукати/очікувати в експерименті.

1.3. СТРАТЕГІЇ СТВОРЕННЯ ДОСЛІДНИЦЬКИХ ЗАВДАНЬ

Дослідницькі завдання для учнів, що передбачають використання СКМод, мають містити:

- Опис проблеми/задачі. Бажано, щоб вона була з реального життя учнів цього віку, цієї місцевості і яка може бути досліджена за допомогою СКМод.
- Назву і посилання на СКМод, яке використовується для дослідження проблеми/завдання.
- Для учнів, які вперше працюють з подібними завданнями або учнів з особливими освітніми проблемами і мають утруднення у навчанні, слід надати покрокові інструкції для розв'язання комплексного завдання і «мовленнєві кліше» для формулювання передбачень/гіпотез та написання висновків. Для таких учнів бажано надати приклад виконаного завдання з передбаченням, фіксацією даних і висновком.
- Перелік способів фіксації даних (текст, таблиця, схематичний малюнок, фото, відео, аудіозапис тощо).

Учителям, які вперше використовують технологію дослідження з СКМод, можна запропонувати скористатися прикладами таких завдань/проблем, розміщених, наприклад, на сайті PhET, запропонувати озна-

йомитися з інформацією про: кожную модель у розділі «Для вчителів» з підзаголовком «Огляд комп'ютерних моделей», елементами керування, спрощеннями в моделі, порадами для розвитку мислення учнів.

Ми пропонуємо для роботи вчителя кілька різних стратегій створення дослідницьких завдань/запитань (табл. 1.3).

Таблиця 1.3

Стратегії створення дослідницьких завдань/запитань

Стратегія	Зміст
Перша.	Запропонувати учням заздалегідь передбачити результат «експерименту» з моделюванням (наприклад, таке завдання може бути сформульовано за допомогою таких формулювань: «Що буде, якщо...?», «Яка зміна в налаштуванні симуляції призведе до бажаної поведінки?», «Як ви гадаєте, скільки зайців залишиться через 2 роки, якщо у них будуть довгі хвости?»)
Друга	Запропонувати учням здійснити ранжування або вибір мінімальних/максимальних/оптимальних умов (наприклад, можна дати завдання типу: «Яка лампочка в наведеному ланцюзі зі струмом буде найяскравішою?», «Який раціон для хлопчика 14 років, який займається футболом, буде оптимальним?»)
Третя.	Можна також запросити учнів порівняти контрастні випадки (наприклад, дві електромагнітну хвилю і звукову, хвилі у різних середовищах)
Четверта	Надати завдання з пояснення різних зображень (наприклад, графіків і діаграм, скріншотів (екранних копій), векторів тощо)
П'ята	Пов'язати завдання з реальним життям учнів (наприклад, завдання з побудови графіків може бути сформульоване так: «Дмитро, який стояв біля свого дому, розмовляв зі мною по своєму мобільному телефону. Сигнал телефону був поганий, тому він пройшов до дерева 5м, намагаючись отримати кращий сигнал, а потім 5 с стояв нерухомо, щоб ми могли поговорити. Потім він пришвидшено побіг назад додому. Спрогнозуйте, як будуть виглядати графіки його переміщення і швидкості. Перевірте за допомогою симуляції «Рухомий чоловічок»»)
Шоста	Самостійне створення учнями сценарію проведення експерименту з моделлю (запропонувати придумати декілька способів)

Стратегія	Зміст
Сьома	Запропонувати учням визначити взаємозалежності між об'єктами/величинами (що на що впливає, яка це залежність: пряма чи обернена)
Восьма	Також можна і запросити виконати традиційні розрахунки за законами/формулами (наприклад, «За моделюванням «Лабораторія маятників» обчислити прискорення вільного падіння на Планеті Х», «Визначити матеріал, з якого зроблений невідомий об'єкт, використовуючи симуляцію «Густина»»)

Вчителі, користуючись цим переліком можуть визначати, які типи запитань/завдань краще підходять для фронтальних форм роботи в класі, а які — для виконання групових, індивідуальних або домашніх завдань. За допомогою наведених типів запитань і прикладів вони самі створюватимуть подібні пізнавальні запитання/завдання відповідно до тем уроків, які вони викладають у класах.

1.4. ВИКОРИСТАННЯ ПІЗНАВАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ УЧНІВ З ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНИХ ПРЕДМЕТІВ

Учені зазначають, що проблемами природничо-математичної освіти залишаються ефективність і якість навчання учнів, вирішення яких потребує низки заходів як науково-організаційних, так і науково-методичних, зокрема добір моделей, підходів, інноваційних технологій навчання, котрі можна адаптувати до змісту закладів загальної середньої освіти України. Ідеться про використання та інтеграцію комп'ютерного моделювання в зміст освіти.

З метою підвищення якості навчання учнів виникає необхідність підвищення їхнього інтересу до навчання, що можна реалізувати на засадах добору цікавого, максимально наближеного до реального життя контенту (завдань, задач). Пропонуємо розглянути модель використання пізнавальних завдань для формування компетентностей учнів з природничо-математичних предметів (рис. 1.7) [6—10].

На першому етапі вчитель аналізує зміст теми навчання, здійснює добір комп'ютерних моделей, враховуючи мету навчання: візуалізація навчального матеріалу, відпрацювання навиків розв'язання задач, розвитку пізнавального інтересу учнів.

На другому етапі здійснюється добір завдань, як зі змісту шкільного підручника, так із додаткових навчальних посібників, але для підвищення ефективності навчання — це має бути задача з реального або шкільного життя учнів.

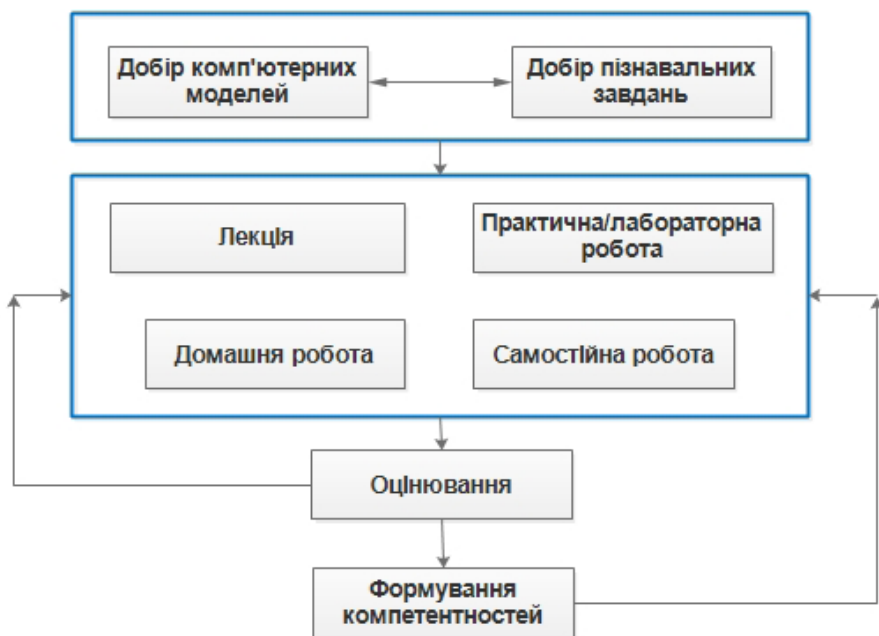


Рис. 1.7. Модель використання пізнавальних завдань для формування компетентностей учнів з природничо-математичних предметів

На третьому етапі вчитель має врахувати форми навчання учнів.

Лекція — використання СКМод для візуалізації навчального матеріалу, детальної демонстрації процесу із застосуванням технології стоп-кадр: зупиняємося, робимо передбачення, повторюємо, продовжуємо.

Практична робота — потребує розроблення додаткових інструкцій для дослідження і визначення характеристик процесу або об'єкта.

Домашня робота — має відпрацювати і закріпити базові знання з теми навчання.

Самостійна робота — на засадах використання СКМод учень має виконати завдання самостійно, без сторонньої допомоги

На четвертому етапі здійснюється оцінювання навчальних досягнень учнів.

Зупинимося ще на такому етапі уроку як підведення підсумків. Нині у цьому процесі активну участь можуть взяти учні. Ми пропонуємо вчителям застосовувати рефлексію. Рефлексія — це самоаналіз⁵.

Рефлексію класифікують за її функціональним змістом:

- рефлексія настрою та емоційного стану — використовується на початку уроку і наприкінці діяльності учнів для перевірки їхнього емоційного стану;
- рефлексія діяльності — застосовується для осмислення способів та прийомів роботи з навчальним матеріалом, пошуку раціональних варіантів;
- рефлексія змісту навчального матеріалу — використовується для виявлення рівня усвідомлення змісту, вивченого на уроці⁶.

Доречними для підведення підсумків будуть картки, наприклад із зображенням емоційних облич (смайлики). Або низка прийомів: «Ромашка Блума» — шість запитань розроблених на засадах таксономія Блума (знання, розуміння, застосування, аналіз синтез, оцінювання); «Рибацька сітка» — учні виписують властивості вивченого об'єкта в таблицю; «Дерево припущень» — коріння/гіпотеза, гілки/шляхи розв'язання, стовбур/результат і т. ін.

Рефлексивна контрольно-оціночна діяльність при організації навчального процесу важлива, оскільки не тільки аналізує результати роботи учнів, але й сам процес роботи, що, у свою чергу, передбачає включення кожного учня у взаємоконтроль і взаємооцінювання⁷.

Бажано враховувати такі види оцінювання як: формувальне, контрольне, підсумкове. Підвищити ефективність контролю та оцінювання знань учнів можна за допомоги формуючого оцінювання.

Формувальне оцінювання застосовується вчителями для отримання даних щодо поточного стану засвоєння знань учнями конкретної теми і визначення найближчих кроків щодо їхнього покращання.

Особливості формувального оцінювання полягають в тому, що оцінюється робота учня у досягненні цілей навчання, а не його особистість; пропонується чіткий алгоритм визначення оцінки, зрозумілий учню; увага акцентується на персональному прогресі учня, а не на оцінці.

5 Бусел В. Т. Великий тлумачний словник сучасної української мови. Київ: Перун, 2005. 1728 с.

6 Орбан-Лембрик Л. Е. Соціальна психологія: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. Київ: Академвидав, 2005. 446с.

7 http://osvita.ua/school/lessons_summary/psychology/51093

Форми проведення формувального оцінювання учнів пропонують-ся такі: рефлексивні техніки (сигнали рукою, картками) для з'ясування і виявлення складних питань; уточнюючі питання; аналітичні питання; міні-тести; перевірка творчих робіт з метою виявлення помилок тощо.

Підсумкове оцінювання застосовується для визначення якості засвоєння учнями навчального матеріалу за конкретною темою.

Погоджуємося з думкою науковців які зазначають, що інструментами фіксації оцінювання навчальних досягнень учнів може бути особистий профіль компетенцій, особисте віртуальне портфоліо, стрес-тест віртуального світу або цифрової моделі.

З метою заохочення та мотивування учнів до навчально-пізнавальної діяльності застосовуються змагальні ігрові моделі (гейміфікація), ігрові адаптивні моделі, системи моніторингу стану (що відстежують емоційний стан учнів) [21].

Оцінювання навчальних досягнень учнів має здійснюватися згідно з наказом МОН України «Про затвердження Критеріїв оцінювання навчальних досягнень учнів (вихованців) у системі загальної середньої освіти» від 13.04.2011 №329, за яким критерії встановлюють загальні підходи до визначення рівня навчальних досягнень учнів відповідно до знань, умінь і навичок учнів та характеризуються показником оцінки в балах. Основними критеріями оцінювання навчальних досягнень учнів є: систематичність (засвоєння навчального матеріалу в його логічній послідовності); повнота (обсяг знань про кількісні та якісні характеристики об'єкта); міцність (безпомилковість відтворення і збереження в пам'яті учня вивченого матеріалу); оперативність (уміння учня застосовувати знання про об'єкт у типових умовах); гнучкість (уміння учня використовувати знання про об'єкт у нетипових умовах).

Критерії реалізуються в нормах чотирьох рівнів досягнень: початковий, середній, достатній, високий. При визначенні рівня навчальних досягнень учнів враховуються: характеристики відповіді (правильність, логічність, обґрунтованість, цілісність); якість знань; сформованість загальнонавчальних та предметних умінь і навичок; рівень володіння розумовими операціями: вміння аналізувати, синтезувати, порівнювати, класифікувати, узагальнювати, робити висновки тощо; вміння виявляти проблеми та розв'язувати їх, формулювати гіпотези; самостійність оцінних суджень.

Авторський підхід дає можливість протягом навчального року комплексно формувати компетентності учнів з природничо-математичних предметів.

1.5. ДОБІР КОМП'ЮТЕРНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ УЧНІВ З ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНИХ ПРЕДМЕТІВ

Провідна роль у формуванні дослідницьких компетентностей учнів, безперечно, належить реальному експерименту, проведенню фронтальних і лабораторних досліджень. Проте не всі експерименти можуть бути проведені в умовах сучасної школи не лише за браком необхідного обладнання й їхньої небезпечності. Перевірка висловлених учнями під час дослідження гіпотез потребує неодноразового повторення експерименту, не всі експерименти учні можуть виконати вдома. Комп'ютерні інтерактивні моделювання разом з реальним експериментом широко використовуються в навчальній практиці багатьох країн світу. Глобальна мережа пропонує велику кількість таких ресурсів. Велика кількість інтернет-джерел з інтерактивними комп'ютерними моделюваннями доступні українським вчителям (**Додаток**).

Нами визначено такі основні критерії добору комп'ютерних моделей (табл. 1.4) [5].

Таблиця 1.4

Основні критерії добору комп'ютерних моделей

Критерій	Зміст
<i>Науковість моделювань</i>	КМод має відображати реальний світ, відповідати природничим законам, має працювати на «граничних» даних, наприклад, «коротке замикання», неможливість перевищення швидкості світла тощо
<i>Інтерактивність</i>	Користувач може змінювати певні параметри, і відповідно до цих змін мають відбуватися зміни в системі
<i>Інтуїтивність</i>	Керування КМ має бути інтуїтивним і не потребувати докладних покрокових інструкцій користування, або передбачати мінімальні інструкції і супровід. Такі інструкції мають бути надані користувачам окремо.
<i>Цікавість</i>	КМод має провокувати мислення учнів, бути цікавими, захоплюючими
<i>Інструментальність</i>	КМод повинна мати вбудований інструментарій для виконання різноманітних вимірювань. Наприклад, лінійки, вимірювальні прилади
<i>Комплексність</i>	КМод мають передбачати вирішення/дослідження не однієї проблеми/задачі, а комплексу різних завдань

Критерій	Зміст
<i>Різномірність</i>	КМод має передбачати в своїй будові можливість формулювати і розв'язувати завдання різного рівня складності
<i>Наочність даних</i>	Вбудовані графіки і діаграми, що ілюструють перебіг явищ і процесів
<i>Реалістичність</i>	КМод має бути наближена до реального життя учнів, їхнього оточення
<i>Схематичність</i>	КМод не має бути переобтяженою зайвими деталями, які не допомагають учням у розв'язанні завдань, а радше — відволікають
<i>«Дружній» інтерфейс</i>	Пояснення і позначення написані рідною мовою, зрозумілий вид керування і налагодження, що не відволікає увагу на несуттєві деталі
<i>Доступність</i>	а) КМод може бути використана не тільки в класі за наявності доступу до мережі Інтернет, а й скопійоване на носії і власні пристрої для відтворення процесів без доступу до Інтернету; б) безкоштовні, або доступні учням і вчителю за ціною
<i>Методична і технічна підтримка</i>	Передбачає наявність на ресурсі прикладів уроків і занять з учнями, методичних рекомендацій щодо використання КМод для досліджень, а також технічних рекомендацій щодо усунення можливих несправностей, вимоги до програмного і технічного забезпечення щодо їхнього встановлення і налаштування
<i>Незалежність від операційної системи і пристрою</i>	Передбачає можливість перегляду і управління КМод на різних цифрових пристроях (персональних комп'ютерах, мобільних телефонах, планшетах) з різними операційними системами

РОЗДІЛ II

ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ (СКМод) У ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

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.

Розглянемо використання систем комп'ютерного моделювання на природничо-математичних предметах.

2.1. ОРГАНІЗАЦІЯ І ПРОВЕДЕННЯ НАВЧАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ СИСТЕМИ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

У вчителів бракує необхідних знань, досвіду і методичних розробок, щоби змінювати вид проведення лабораторної роботи від репродуктивного до дослідницького. Запропонована нами технологія організації і проведення навчального дослідження об'єктів і процесів з використанням СКМод допоможе вчителю формувати в учнях дослідницькі вміння.

Зв'язок теорії з практикою учні можуть спостерігати саме під час практичних/лабораторних робіт, що мають важливе освітнє значення і орієнтовані на розв'язання таких *завдань*:

- поглиблення, закріплення і конкретизацію знань, отриманих на лекціях і в процесі самостійної роботи;
- формування практичних умінь і навичок, необхідних для подальшого навчання;

– розвиток умінь спостерігати та пояснювати явища, які вивчаються;

розвиток самостійності тощо [12].

Зауважимо: СКМод є засобом візуалізації, що дає можливість учню досліджувати об'єкти і процеси в динаміці. Як зазначають науковці, СКМод відіграє допоміжну роль у формуванні в учнях дослідницьких навичок, збуджуючи їхній інтерес до експериментування, побудови власних гіпотез та перевірки результатів, бажання експериментувати і досліджувати, ставити дослідницькі завдання з постійними і змінними параметрами [11, с. 61]

Обговорення з учнями процесів або об'єктів, що відтворюються на екрані гаджета, розуміння призначення комп'ютерних моделей для вивчення предметів природничо-математичного циклу є суттєвим компонентом методики викладання з використанням СКМод. Тому важливим для навчання є ознайомлення учнів з функціями і структурою комп'ютерної моделі; змістом пізнавального завдання; основними характеристиками реальних об'єктів, явищ і процесів та співставлення/порівняння їх з конкретною комп'ютерною моделлю є завданнями підготовчого етапу. Необхідним завершенням роботи з СКМод має стати оцінювання, рефлексія та підведення підсумків [17].

Як засвідчують педагогічні спостереження, процес підготовки і проведення навчальних досліджень із використанням СКМод повинен мати етапний характер [11, с. 62]. Розглянемо основні етапи організації, проведення й оцінювання навчального дослідження на природничо-математичних предметах.

Організація проведення практичної/лабораторної роботи з використанням СКМод включає перевірку робочого стану комп'ютерного обладнання, проектора, комп'ютерів учнів або наявність в учнів конкретних гаджетів, підготовку інструкцій до використання СКМод, підключення до мережі Інтернет (за потребою).

Підготовка до практичної/лабораторної роботи полягає у вивченні учнями теоретичного матеріалу, ознайомленні з інструкціями до практичних/лабораторних робіт з метою усвідомлення завдань роботи з використанням СКМод, повторення правил техніки безпеки тощо.

Консультування учнів з метою надання вичерпної інформації, необхідної для самостійного, групового або індивідуального виконання запропонованих дослідницьких завдань.

Попередній контроль рівня підготовки учнів до виконання конкретної практичної/лабораторної роботи.

Самостійне виконання учнями завдань відповідно до окресленої теми.

Опрацювання, узагальнення отриманих результатів практичної/лабораторної роботи і оформлення звіту.

Контроль і оцінювання вчителем результатів виконання пізнавальних завдань.

Рефлексія, як інструмент зворотного зв'язку і моніторинг виконання практичної/лабораторної роботи

Підсумки уроку.

Як зазначають науковці Ю.О. Жук, О.М. Соколюк, Н.П. Дементієвська, О.В. Слободяник, учитель має ознайомити учнів із темою та основними завданнями майбутньої роботи, а також із відповідними цьому дослідженню комп'ютерними моделями [11].

На думку більшості вчителів, що підтверджує й практичний досвід, учні не можуть сформулювати і перевірити свої гіпотези, якщо будуть змінювати кілька параметрів одночасно. Важлива роль вчителя в тому, щоб показати, як саме можна змінювати ці параметри, потім дати учням можливість спробувати повторити дії під час виконання міні-завдань на своїх гаджетах. Завдання можуть бути різної складності: від простих до підвищеної складності (не більше двох), що дасть учню можливість зрозуміти технологію використання СКМод для виконання практичної/лабораторної роботи.

До того ж виконання практичної/лабораторної робіт з використанням інтерактивних моделювань може буде здійснене за одним з трьох варіантів: інструкція з підручника; розроблена або доповнена вчителем інструкція з підручника; без наданої вчителем інструкції, яку учні (як план дослідження) можуть розробити самі [11].

Особливості організації і проведення навчального дослідження. Зазначимо, що учитель заздалегідь має ознайомити учнів з СКМод за будь-яким варіантом: дати посилання для самостійного ознайомлення, а на наступному уроці з'ясувати проблеми у використанні або продемонструвати можливості комп'ютерної моделі й надати учням відповіді на запитання. Оскільки кожна практична/лабораторна робота має свою мету, завдання і потребує використання конкретної моделі, то доречним буде розроблення *інструкції до використання СКМод*, яку вчитель має надати учням до виконання дослідження для ознайомлення. Також дієвим є виконання домашнього завдання з використанням інструкції, що дасть можливість учню виявити проблеми у використанні СКМод, а вчителю — надати відповіді на запитання і допомоги у використанні.

2.2. ОРГАНІЗАЦІЯ І ПРОВЕДЕННЯ ФРОНТАЛЬНИХ ВИДІВ РОБІТ (ПОЯСНЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ, ФРОНТАЛЬНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ) З ВИКОРИСТАННЯМ СКМОД

Більшість уроків з пояснення нового матеріалу з природничих наук традиційно в українських школах побудовані так, що вчитель у вигляді міні-лекції з фронтальними демонстраціями пояснює основні положення теми. Для того щоб активізувати учнів, важливо створити для них успішний навчальний простір, де вони відчуватимуть себе учасниками проведення експерименту, обмірковування і обговорення його результатів.

Одну з моделей організації роботи з учнями в класі під час пояснення нового матеріалу і виконання фронтального експерименту було запропоновано в [29]. Така модель отримала назву ІДЛ — *інтерактивна лекція з демонстрацією* (ILD, Interactive Lecture Demonstration — англ.). Вчитель може застосовувати цю модель при реальному демонстраційному експерименті. Проте реальний демонстраційний експеримент має свої обмеження: недостатня кількість різних витратних матеріалів з різними властивостями, відсутність необхідних приладів, неможливість використовувати небезпечні і дуже коштовні матеріали і прилади, часто- неможливість призупинити процес, щоб розглянути його більш детально, або повторити кілька разів в різних умовах тощо). У пригоді додатково до реального демонстраційного експерименту можуть стати інтерактивні комп'ютерні моделювання.

Симуляції сайту PhET (<https://phet.colorado.edu>) розроблені так, щоб допомогти учням розвинути навички дослідження, вивчаючи причинно-наслідкові зв'язки. Викладачі можуть полегшити обговорення у класі, створивши такий сценарій використання моделювання, за яким вони можуть попросити учнів передбачити ефект від маніпулювання змінними в ході експерименту.

Одна з моделей організації роботи з інтерактивними комп'ютерними моделюваннями в класі під час пояснення нового матеріалу і виконання фронтального експерименту, може бути, наприклад, організована за такою послідовністю (табл. 2.1).

Послідовність виконання фронтального експерименту

Крок	Зміст
Перший	Вчитель запрошує учнів поміркувати над проблемою, пов'язаною з темою уроку і яка наближена до їхнього реального життя. (придумати/підібрати проблему/ список подібних проблем) або звернутися до них із запитанням, наприклад, типу «А що буде, якщо...»
Другий	Учні індивідуально записують/складають перелік можливих рішень (передбачень/гіпотез)
Третій	Учні обговорюють ці індивідуальні рішення з партнером або в малій групі
Четвертий	Учні мають сформулювати спільне групове/парне рішення (зафіксувати його на папері: текстом або малюнком/ графіком, або — в комп'ютері, або записати на диктофон в мобільному телефоні)
П'ятий	Вчитель пропонує разом дослідити питання/проблему за допомогою комп'ютерного моделювання: при фронтальній демонстрації — з учительського комп'ютера через проєкційне обладнання на екрані; по можливості — на персональних комп'ютерах учнів (кожна група/пара — самостійно)
Шостий	Після віртуального експерименту вчитель пропонує учням зробити висновки <i>щодо своїх передбачень</i> , виконавши наступні завдання і відповідаючи на запитання: <i>пригадати</i> (прочитати) свої передбачення (з п. 2 і 4). <i>Чи справдилися передбачення/гіпотези, які учні запропонували для вирішення проблеми? Чи дізналися вони щось нове, досліджуючи проблему/запитання через симуляцію? записати</i> свої нові висновки щодо проблеми/запитання. Учні-початківцям можна надати «мовленнєве кліше» для висновків типу: «Я передбачав, що..., коли.... При роботі з симуляцією я упевнився/не підтвердив, що..... Завдяки симуляції, я ще дізнався, що.... тощо)
Сьомий	Учні/представники малих груп ознайомлюють зі своїми висновками або надають їх вчителю для перевірки/або — іншим малим групам для взаємоперевірки/ або копіюють/ фотографують і виставляють у спільному документі (наприклад, використовуючи сервіси Postit, Padlet, гуглдокумент тощо)
Восьмий	Учитель разом з учнями проводить обговорення і підводить підсумки

Під час роботи учнів вчитель має звернути особливу увагу не тільки і не стільки на зміст учнівських передбачень/гіпотез, висновків, скільки на перебіг мислення учнів, спонукаючи учнів вільно висловлювати свою думку, фантазувати/експериментувати. Значну увагу слід приділити рефлексії учнів щодо власного навчання з використанням моделювань (пункти 6—8). При цьому вчитель не оцінює, не відкидає, не засуджує хибні, на його думку, ідеї учнів, а спонукає їх самим пересвідчитися і перевірити результати своїх міркувань. Адже головною метою навчального дослідження є не тільки «правильний» результат, а опанування учнями методики наукового дослідження. Перевагою інтерактивних комп'ютерних моделювань перед реальним дослідженням процесів/подій у цьому випадку виступає те, що такі віртуальні експерименти можна проводити безліч разів, змінюючи параметри, які в реальному експерименті за браком у шкільних кабінетах обладнання та витратних матеріалів або з міркувань техніки безпеки, здійснити неможливо.

Робота в парах або малих групах, запропонована вище, дає змогу учням навчатися один від одного (елементи peer education, в вітчизняній педагогіці відоме як «рівний-рівному»), сприяє залученню до навчання всіх учнів, допомагає висловитися з обговорюваної проблеми кожному, обговорювати складні проблеми простою, зрозумілою учням мовою; формує навички висловлювання власної думки і формулювання суджень/умовиводів. Важливим елементом такого навчання є також вимога фіксації своїх попередніх припущень не тільки в усній формі, а й за допомогою записів, що привчає учнів до формулювання як передбачень/гіпотез, так і висновків на основі цих формулювань. Фіксація власних ідей у різних формах дає змогу учням ознайомитися зі способами занотовування результатів і міркувань, порівнянню їх, визначенню переваг і недоліків та обґрунтованого вибору найбільш відповідної форми запису даних експерименту.

Елемент висловлення припущень стає кроком для учнів до вміння формулювати гіпотези. За умови регулярного проведення таких вправ з учнями вчитель має поступово переходити від вимоги висловлення простих припущень, до правильного формулювання гіпотез.

За умов використання інтерактивних комп'ютерних моделей з інструментами для отримання миттєвого зворотного зв'язку під час фронтальних робіт з учнями змінюється і організація роботи класу.

У загальному вигляді схему використання інтерактивних комп'ютерних моделей із застосуванням «клікерних» запитань під час пояснення нового матеріалу чи фронтальному експерименті з використанням СКМод наведено на рис. 2.1:

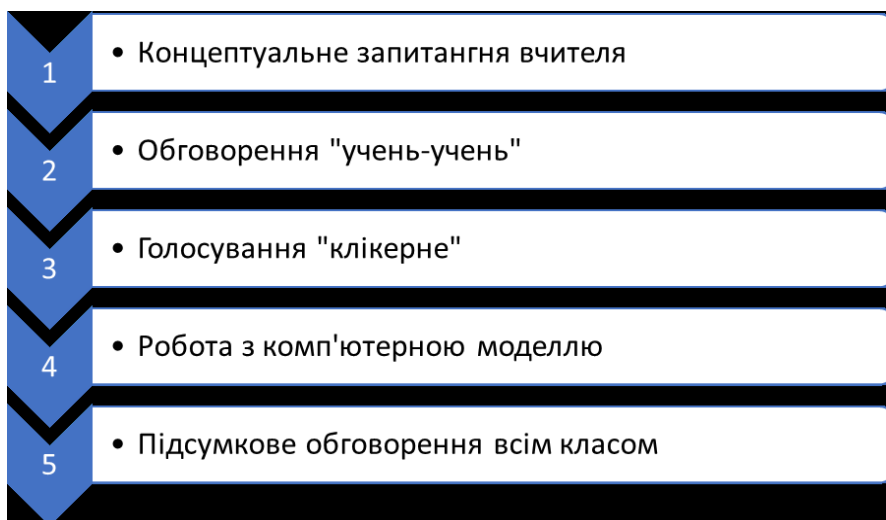


Рис.2.1. Схема організації роботи в класі з «клікерними» запитаннями



Для ефективного проведення занять з учнями і отримання *миттєвого зворотного зв'язку від учнів* щодо розуміння ними концептуальних понять у ході фронтальної роботи з інтерактивними комп'ютерними моделями в класі (при поясненні нового матеріалу) вчителям запропоноване використання так званих «клікерних» запитань. Детальніше про використання Plickers (<https://get.plickers.com/>) на уроках фізики можна ознайомитися за **посиланням**⁸ і QR-кодом.

2.3. ОРГАНІЗАЦІЯ І ПРОВЕДЕННЯ ПРАКТИЧНИХ І ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТЗ ВИКОРИСТАННЯМ СКМОД

Практична робота — це форма навчання учнів, за якої вчитель організовує розгляд учнями окремих теоретичних положень навчальної теми та формує вміння і навички їх практичного використання шляхом індивідуального або групового виконання пізнавальних завдань. Таке заняття проводиться з метою формування умінь і навичок ро-

8 https://docs.google.com/document/d/1BQtyiQdin_oPWEm7FhfwDqKAZy1w51Oj9H14ft-IHv8/edit?usp=sharing

боти з **комп'ютерною технікою** та застосовується під час виконання навчального завдання. Перелік тем практичних робіт визначається освітньою програмою навчального предмета. Завдання практичної роботи полягає в узагальненні теоретичних відомостей та використанні їх на практиці.

Вимоги до організації практичної роботи полягають в забезпеченні: дотримання правил техніки безпеки учнями; високого методичного і наукового рівня; розвитку самостійності й групової роботи учнів; раціональне використання часу; дотримання технології послідовності виконання роботи.

Форми організаційної практичної роботи учнів:

фронтальна — у класі має бути мультимедійний комплекс вчителя, точка доступу до мережі Інтернет і комп'ютерне обладнання з розрахунку на кожного учня (рис. 2.2);

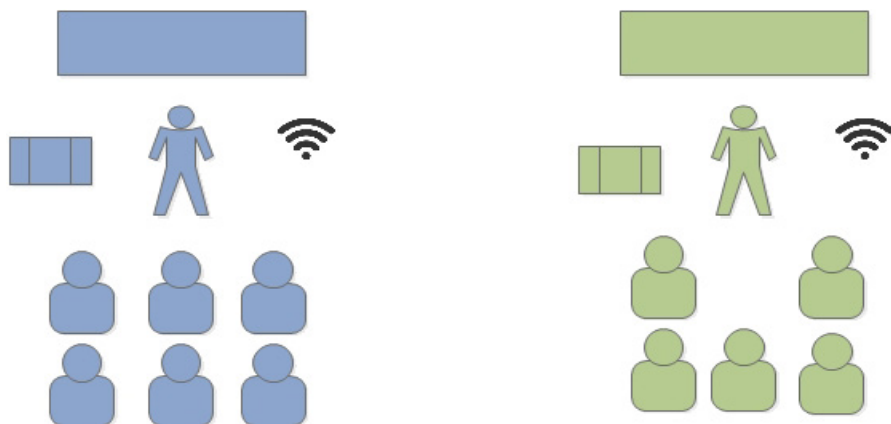


Рис. 2.2. Організація фронтальної роботи

групова — у класі має бути мультимедійний комплекс вчителя, точка доступу до мережі Інтернет і комп'ютерне обладнання з розрахунку на групу учнів (3—5 осіб); Учні об'єднуються в групи у тих випадках, коли не вистачає комп'ютерного обладнання на кожного учня або вчитель пропонує провести навчальне змагання (заняття в ігровій формі) (рис. 2.3);

індивідуальна — окремі учні або усі учні класу виконують індивідуальні практичне завдання відповідно до своєї траєкторії розвитку та особистих здібностей (рис. 2.4).

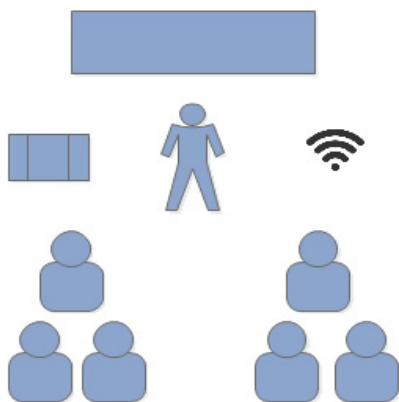


Рис. 2.3. Організація групової роботи

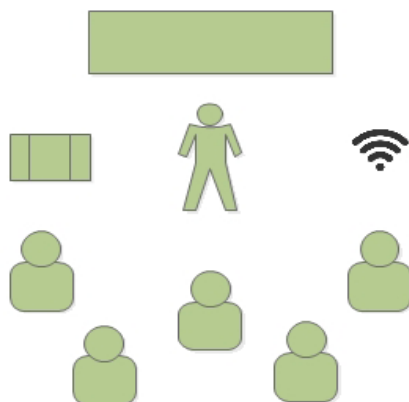


Рис. 2.4. Організація індивідуальної роботи

Якісні характеристики практичної роботи: ефективність самостійної роботи учнів; відповідність та узгодженість практичної роботи з навчальною програмою; підготовка викладача (його дії, характеристика відповідей і роботи учнів); своєчасне виконання завдання, оформлення та подання звіту; безпечне та відповідальне використання комп'ютерного обладнання під час роботи та після її закінчення.

Лабораторна робота — це форма навчання учнів, за якої під керівництвом вчителя учень проводить імітаційні експерименти чи здійснює дослідницьку діяльність з метою закріплення теоретичних знань з конкретної теми навчання, набуває практичних навичок роботи з комп'ютерним обладнанням, вимірювальною апаратурою, методикою проведення експериментальних досліджень у конкретній галузі наук. Перелік лабораторних занять визначається освітньою і навчальною програмами з конкретного предмета.

Вимоги до лабораторної роботи: раціональне обладнання робочих місць, забезпеченість необхідним комп'ютерним обладнанням, інструктажем, інструкціями та методичними матеріалами, необхідні для виконання роботи; дотримання правил техніки безпеки та охорони праці; наявність на кожному місці розроблених інструкцій, необхідної літератури, бланків звітної документації.

Типи лабораторних робіт: традиційна лабораторна робота; дослідна лабораторна робота.

Особливості традиційної лабораторної роботи: мета роботи наперед точно визначена; СКМод наперед дібрані; методика та послідовність виконання завдання точно відпрацьовані й зведені в технологічну карту/інструкцію, підготовлені форми звітної документації; характером

роботи є діяльність, що підтверджує закони, які учні раніше вивчали; результат, який повинен бути одержаний у роботі, відомий учню.

Особливості дослідної лабораторної роботи: визначення теми і мети роботи; СКМод наперед дібрані вчителем; учні самостійно під керівництвом викладача розробляють відповідні вимоги до виконання роботи; методика й послідовність роботи, форми фіксації результатів розробляє сам учень під керівництвом викладача на основі досвіду, набутого під час виконання проведених раніше робіт; характер роботи — дослідження явищ з метою вивчення його характеристик; результат роботи учню наперед невідомий.

Форми організації лабораторної роботи

Індивідуальні лабораторні роботи виконуються за індивідуальним планом (технологічною картою), тобто кожен учень одержує своє завдання, яке він має виконати незалежно від інших; діяльність вчителя при проведенні таких лабораторних занять полягає в уважному спостереженні за роботою учнів, особливо тих, хто потребує додаткової уваги, стежить, щоб вони працювали правильно; допомагає їм у потрібний момент.

Групові лабораторні роботи: виконання завдань лабораторної роботи у невеликих за складом групах учнів; під час проведення лабораторної роботи досягнення загальної мети відбувається спільними зусиллями членів групи; така діяльність не ізолює учнів один від одного, а навпаки, дає змогу реалізувати природне прагнення до спілкування, взаємодопомоги і сприяє поглибленню знань, виробленню та закріпленню умінь та навичок; у процесі групової діяльності зникає страх спілкування з вчителем; виникає можливість учитися один в одного; покращуються контроль і корекція знань, адже учні разом працюють над виконанням завдань, перевіряють правильність виконання завдань; учитель оцінює результати навчання кожного учня.

Фронтальна робота з учнями передбачає виконання ідентичних завдань за наявності в учнів комп'ютерного обладнання: для проведення фронтальних лабораторних робіт всю роботу поділяють на етапи. Перед початком кожного етапу учням видається конкретне завдання і пояснюється перебіг його виконання; завдання виконують одночасно всі учні класу. За наявності технологічної карти вчитель може пояснити виконання всіх етапів лабораторної роботи відразу. Після закінчення роботи вчитель підводить підсумки і разом з учнями робить висновки.

Якісні характеристики: обладнання робочих місць повинні забезпечувати виконання роботи кожним учнем; засвоєння учнями необхідної теоретичної частини навчального матеріалу; засвоєння учнями правил

техніки безпеки, прийомів роботи з СКМод; свідомість дій учнів, розуміння ними безпосереднього зв'язку між теорією і лабораторною роботою; оформлення лабораторної роботи проводиться під час уроку.

Порядок оцінювання та контролю практичних/лабораторних робіт: автоматизований контроль; тестовий контроль; непідготовлені учні до виконання лабораторних робіт не допускаються; при роботі групами слід вибрати старшого (бригадира); необхідність комп'ютерної техніки вчитель оговорює заздалегідь.

На успішне проведення практичних/лабораторних робіт впливають такі фактори: якісне складання плану уроку; наявність в учнів технологічної карти **практичної/лабораторної робіт**; вибір методів і прийомів виконання завдання, заздалегідь до лабораторних і практичних занять викладач з'ясовує стан забезпечення учнів комп'ютерною технікою (її кількість, якість інтернет-зв'язку, типи гаджетів); усі матеріали і обладнання мають бути підготовлені до початку заняття; виконуючи завдання, учні не мають залишати своїх місць; учні повинні дотримуватися основних правил техніки безпеки.

2.4. ВИКОРИСТАННЯ СКМод НА STEM-УРОКАХ ХІМІЇ

Хімічна освіта є одним з важливих складників загальної культури особистості, яка живе в XXI ст., навчається в умовах неперервного створення нових хімічних продуктів, має знати про екологічні ризики. Хімічні знання, здобуті учнями в основній школі, сприяють розкриттю таємниць навколишнього світу через пізнання процесів життєдіяльності організмів на молекулярному рівні, а комп'ютерне моделювання дає можливість змодельювати ці процеси в класній кімнаті.

Проте аналіз результатів зовнішнього незалежного оцінювання засвідчив, що кількість випускників, які обирають предмет хімію для складання тестів ЗНО щорічно зменшується: 2017 — 8 %, 2018 — 6,3, 2019 — 4% (від загальної кількості учасників)⁹.

Така ситуація вказує на те, що освіта потребує трансформації у питаннях формування освітнього середовища й освітньої діяльності учнів XXI ст. Цифрове оточення учнів потребує формування цифрового освітнього середовища, нових поглядів на пізнання навколишнього світу, цінностей. Нині трансформація освітнього середовища стала основним системотворчим чинником розвитку загальної середньої освіти. Для розуміння актуальності STEM-освіти для закладів загальної середньої освіти, доцільно проаналізувати цифрове оточення учнів у повсякденному

9 <https://testportal.gov.ua/monitoringovi-doslidzhennya/>

житті це: мобільні телефони, мережа Інтернет, персональні електронні каси, шкільна електронна пропускна система, електронний щоденник, блоги і сайти, дистанційні курси, електронні картки для проїзду тощо.

Саме впровадження STEM-освіти дає можливість здійснювати модернізацію методологічних засад, змісту, обсягу навчального матеріалу предметів природничо-математичного циклу, технологізацію процесу навчання та формування навчальних компетентностей якісно нового рівня. Це також сприяє більш якій підготовці учнів до подальшої освіти, яка вимагає різних і більш технічно складних навичок, зокрема із застосуванням математичних знань і наукових понять.

Реалізація STEM-освіти вчителями здійснюється за допомоги інформаційно-комунікаційних технологій, що змінили освітнє середовище та відкрили нові можливості для організації освітньої діяльності учнів на уроках хімії. STEM-освіта передбачає орієнтацію та виконання практичних задач у процесі навчання з використанням сучасних інформаційно-комунікаційних технологій, зокрема комп'ютерного моделювання.

Комп'ютерне моделювання на уроках хімії використовують для вивчення хімічних явищ і експериментів, що вимагають складного лабораторного обладнання, або пов'язані з використанням вибухонебезпечних та дорогих речовин, для формування навичок дослідницької діяльності, пізнавального інтересу, підвищення мотивації, розвитку дизайну мислення. Учень може досліджувати явище, змінюючи умови експерименту та його перебіг, порівнювати отримані результати, аналізувати їх, робити висновки та використовувати для самоперевірки своїх знань.

З огляду на тенденції розвитку освіти змінюються вимоги до навчання сучасних учнів. Тепер потрібно не тільки надавати учню теоретичний матеріал, а й формувати в нього компетентності щодо розв'язання пізнавальних завдань (дослідницьких, проблемних, прикладних) з предмета хімії. Іншими важливими аспектами є розвиток креативності в учнів, наполегливості в пошуку розв'язків, навчання в команді, використання сучасних засобів та пристроїв для розв'язання поставленої задачі.

У процесі STEM-уроку учні можуть використовувати мобільні телефони і планшети, а елементи комп'ютерного моделювання можна опанувати на додаткових заняттях й ознайомитися з принципами роботи таких систем комп'ютерного моделювання (СКМод) як лабораторія МАНЛаб, STEM Alliance, Scientix, STEM Lesson Microsoft Education, Minecraft: Education Edition, PhET, комп'ютерні моделі на порталі CK-12.org, GoLab, OLABS.

Групова робота, що застосовується під час STEM-уроку, дає можливість учням відпрацювати такі навички: висловлювати власну думку, відстоювати свою позицію, співпрацювати в команді, сприймати думку іншого члена команди. Упровадження STEM-уроків навчить учнів розв'язувати дослідницькі завдання, формулювати припущення/гіпотезу, використовувати оригінальні способи пошуку інформації, розвинуватиме аналітичне і критичне мислення.

Розглянемо приклад реалізації групової роботи учнів з використання освітніх комп'ютерних моделей під час STEM-уроку.

Учитель заздалегідь здійснює підготовку завдань для кожної групи і вигляді QR-коду.

Проектування завдань здійснюється за такою процедурою (рис. 2.5).

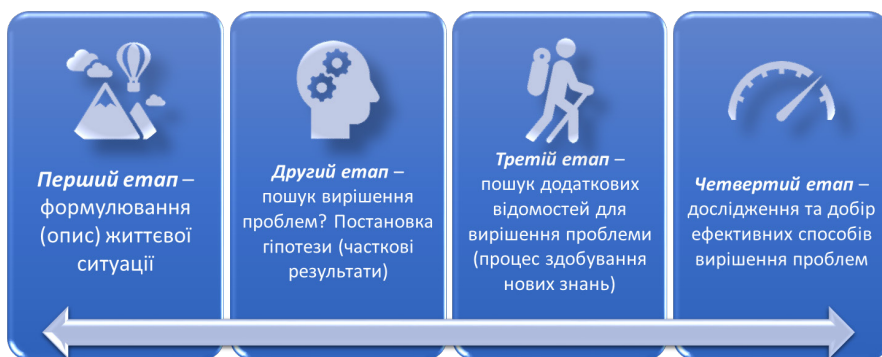


Рис. 2.5. Етапи проектування дослідницького завдання

Робота в класі розпочинається з оголошення теми уроку: «Хімічні рівняння» і формування робочих груп: науковці, технологи, інженери, математики.



Група науковців: аналізує теоретичний матеріал, формує повідомлення для класу про відкриття і застосування закону збереження маси речовин.

Група технологів: виготовляє з пластиліну моделі молекул речовин, які беруть участь у хімічній реакції.

Група інженерів: виконує завдання на дошці — урівнює хімічні рівняння

Група математиків: обчислює кількість атомів, молекул, що беруть участь у хімічній реакції.

Учитель повідомляє про наступний етап уроку — самостійна робота. Усі учні відкривають гаджети і за допомоги освітньої комп'ютерної моделі розпочинають виконувати завдання, зміст яких полягає в такому (рис. 2.6-2.7):

Інструмент:  

$1 \text{ N}_2 + 3 \text{ H}_2 \rightarrow 2 \text{ NH}_3$


Утворить амоніак Розкладіть воду Горіння метану 

Рис. 2.6. Завдання «Урівняй хімічні рівняння» (сайт Phet)

Рівень: 1 Спроби 4 з 5 Рахунок: 6

не врівноважено

Спробуй знову

Сховати чому

$2 \text{ C}_2\text{H}_6 \rightarrow 0 \text{ C}_2\text{H}_4 + 0 \text{ H}_2$





Урівняти хімічні рівняння     Щоб активувати Windows, перейдіть до...

Рис. 2.7. Результат виконання завдання «Урівняй хімічні рівняння» (сайт Phet)

- Збалансуйте хімічне рівняння.
- Експериментально перевірте, чи зберігається в хімічній реакції кількість атомів кожного елемента.
- Опишіть різницю між коефіцієнтами та індексами в хімічному рівнянні.

Дайте пояснення переходу від символічного до молекулярного уявлення про матерію.

Після відпрацювання основних навичок учні повертаються до своїх робочих груп для обговорення результатів і формулювання висновків.

Учитель застосовує технологію формульованого оцінювання для перевірки засвоєння знань учнями на уроці. Це можуть бути сигнальні картки, «смайлики», бліц-опитування або демонстрація на дошці інтерактивного тесту до уроку, розробленого в системі LearningApps (рис. 2.8).



Рис. 2.8. Інтерактивні тести в системі LearningApps

2.5. GEOGEBRA ЯК ЗАСІБ ПІДТРИМКИ ДОСЛІДНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННІ МАТЕМАТИКИ

СКМод GeoGebra дедалі частіше використовується вчителями під час навчання учнів шкільного курсу математики.

З використанням *GeoGebra* можна створювати динамічні креслення математичних об'єктів, які описуються з використанням аналітичних залежностей у декартовій або полярній системах координат, геометричних перетворень, позиційних і метричних властивостей, логічних операцій, дій з векторами і комплексними числами [2]. Важливо, що при цьому будь-які задані об'єкти або величини (*міра, дійсне число, міра кута, координати, довжина відрізка, значення функціональної залежності, метрична величина та ін.*) можуть бути параметрами зміни динамічного креслення, відповідних зображень та тексту. З використанням *GeoGebra* в учнів з'являється можливість створювати «узагальнений образ об'єктів», описаних в навчальному матеріалі.

В СКМод *GeoGebra* для надання динамічності процесу передбачено два інструменти:

- «Переміщувати», з використанням якого можна виконувати переміщення точок динамічного креслення-моделі, що визначають положення і форму зображень геометричної фігури та її компонентів;
- «Повзунок», з використанням якого можна змінювати параметри динамічної моделі.

З використанням інструмента «Повзунок» учні виокремлюють інваріантні й варіативні компоненти динамічної моделі.

Розглянемо приклад розв'язання задач з використанням *GeoGebra*.

Приклад 1. Скільки розв'язків залежно від значень параметра a має рівняння

$$\sqrt{x+a} = \log_{\frac{1}{3}}(x-2a) \quad (4)$$

Вказівки до розв'язування:

Ведемо заміну (4): $t = x - 2a$, $\sqrt{t+3a} = \log_{\frac{1}{3}} t$.

Отже, якщо $a \geq -\frac{1}{3}$, то рівняння має один корінь; якщо $a < -\frac{1}{3}$, то

рівняння не має розв'язків (рис. 2.9).

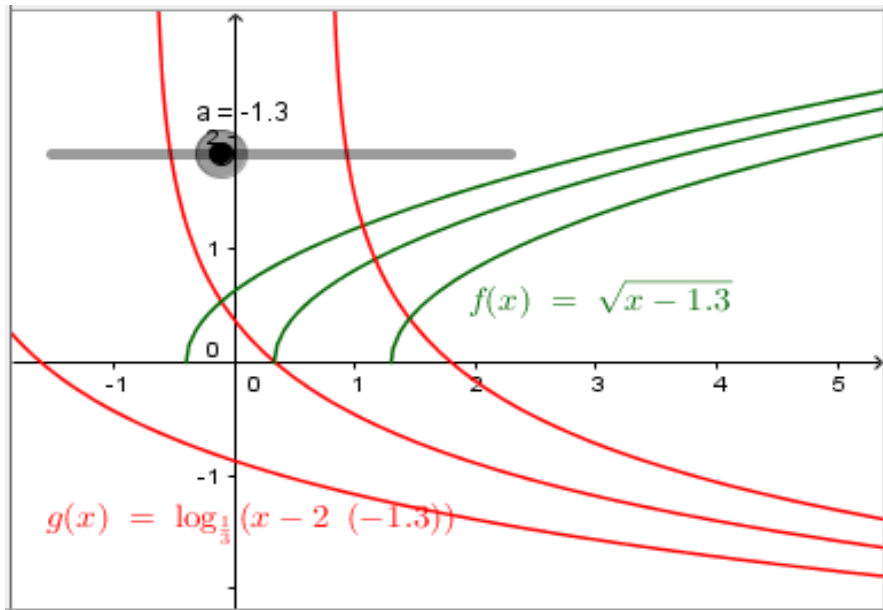



Рис. 2.9. Графічне зображення – залежність від значень параметра a

Правило-орієнтир (рис. 2.10):

1. Створити повзунок для параметра a  з інтервалом від -5 до 5 та приростом $0,01$.

2. Побудувати графік функції $y = \sqrt{x+a}$. В рядок формул записати функцію $y = \text{sqrt}(x+a)$.

3. Побудувати графік функції $y = \log_{\frac{1}{3}}(x-2a)$. В рядок формул — функцію $y = \log(1/3, x-2a)$.

4. Зі зміною параметра a змінюються відповідні положення значень функцій.

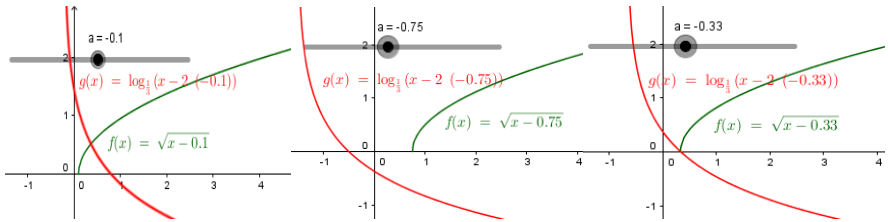


Рис. 2.10. Правило-орієнтир – залежність від значень параметра a

Приклад 2. Знайти всі значення параметра a , за яких система рівнянь має розв'язки:

$$\begin{cases} y^2 - x^2 - 2x + 4y + 3 = 0, \\ x = a + \sqrt{y} \end{cases} \quad (5)$$

Вказівки до розв'язування (5): $y = (x-a)^2$, $x \geq a$.

Залежність є сімейством напівпарабол, які «ковзають» вершинами вздовж осі абсцис, причому розглядається лише права гілка.

Розкладання на прості множники:

$$\begin{aligned} y^2 - x^2 - 2x + 4y + 3 &= (y^2 + 4y + 4) - (x^2 + 2x + 1) = (y + x + 3)(y - x + 1). \\ y &= -x - 3, \quad y = x - 1. \end{aligned}$$

За яких значень параметра a сімейство напівпарабол має з однією зі знайдених прямих хоча б одну спільну точку (рис. 2.11)?

Якщо вершини сімейства напівпарабол розміщена правіше від точки A , але лівіше від точки B (положення точки B відповідає положенню вершини в момент дотику напівпараболи з прямою $y = x - 1$), то розглянуті графіки функцій спільних точок не мають. Якщо вершина розташована в точці A , тоді очевидно $a = -3$.

Розглянемо систему:

$$\begin{cases} y = x - 1, \\ y = (x - a)^2 \end{cases} \Rightarrow x - 1 = (x - a)^2.$$

Отже, система (5) не має розв'язків за умови, якщо $-3 < a < \frac{3}{4}$ та має розв'язки за умови: $a \leq -3$, або $a \geq \frac{3}{4}$ (див. рис. 2.11).

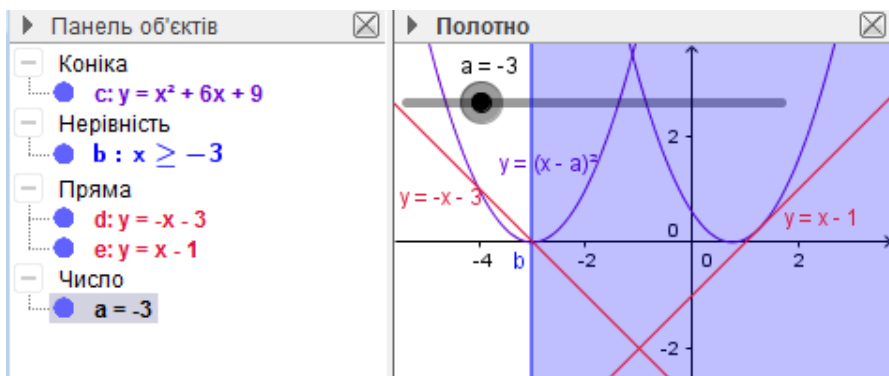


Рис. 2.11. Графічне зображення — залежність значень від параметра a

Правило-орієнтир (рис. 2.12):

1. Створити повзунок для параметра a з інтервалом від -5 до 5 та приростом 0.01 .
2. Побудувати графік функції $y = (x - a)^2$ за умови, якщо $x \geq a$. В рядок формул записати функцію: $y = (x - a)^2$.
3. Задати область визначення: $x \geq a$.
4. Будуємо графіки функцій $y = -x - 3$, $y = x - 1$. В рядок формул записати задані функції.
5. Зі зміною значення параметра a змінюється відповідне положення параболи.

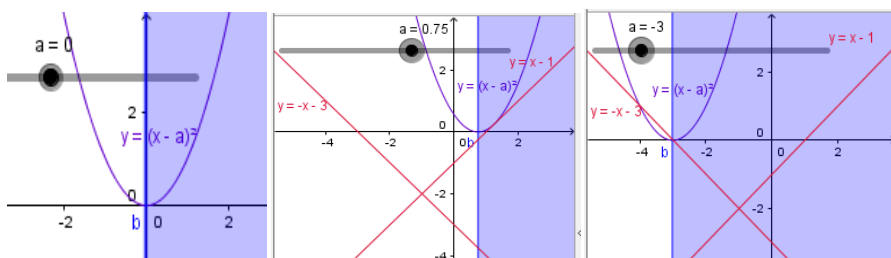


Рис. 2.12. Правило-орієнтир — залежність значень від параметра a

Процес створення динамічних креслень, який потребує додаткових знань та вмій, ефективної реалізації міжпредметних зв'язків у навчанні математики, перетворюється на проєктну (дослідницьку) задачу, яка розв'язується учнями за експертної підтримки з боку вчителя в позаурочний час.



Детальніше про використання СКМод GeoGebra (<https://www.geogebra.org/?lang=uk>) для розвитку дослідницьких компетентностей учнів на уроках математики можна дізнатися за посиланням¹⁰ або QR-кодом.

2.6. ФОРМУВАЛЬНЕ ОЦІНЮВАННЯ ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ

Оцінювання, запропоноване МОН у концепції Нової української школи, ґрунтується на формувальному оцінюванні, що дає змогу визначати компетентності та поступ учнів [19]. На відміну від традиційного оцінювання навчальних досягнень учнів замість констатації здебільшого тільки знанневої компоненти навчальних досягнень наприкінці вивчення теми/курсу, пропонується більший акцент робити на відстеженні прогресу учнів у навчанні й діагностиці їхніх «м'яких навичок», більшість з яких увійшли в Закон «Про освіту» у вигляді так званих наскрізних вмій: читання з розумінням, уміння висловлювати власну думку усно і письмово, критичне та системне мислення, здатність логічно обґрунтовувати позицію, творчість, ініціативність, вміння конструктивно керувати емоціями, оцінювати ризики, приймати рішення, розв'язувати проблеми, здатність співпрацювати з іншими людьми¹¹. Формування і головне, оцінювання рівня розвитку саме цих вмій учнів може стати викликом для українських вчителів.

Використання формувального оцінювання при навчанні природничим наукам і математиці видається ефективнішим у разі використання інтерактивних комп'ютерних моделювань, які дають можливість, зокрема, формувати дослідницькі компетентності учнів і отримувати докази формування їхнього наукового мислення. Звичайно, це має відбуватися за умови використання учнями і вчителем реального експерименту

10 https://drive.google.com/file/d/1H3IhI-yrm_XqEqzpzlDak_lFwI15rfkK/view?usp=sharing

11 Закон про освіту, <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19>

і виконання учнями лабораторних і практичних робіт з реальним обладнанням.

Особливості й переваги використання СКМод у формуальному оцінюванні:

- учні можуть у власному темпі виконувати дослідження, а вчитель спостерігати і відстежувати/оцінювати їхній поступ у навчанні та особливості індивідуальних стилів навчання;
- СКМод дають змогу цілеспрямовано формувати й оцінювати креативність учнів, за умови, коли вчитель заохочує їх до пропонування нових способів дослідження, які не обмежені можливостями реальних експериментів; спонукати до висловлення і перевірки власних гіпотез;
- учні мають можливість проробити віртуальні дослідження безліч разів, не обмежуючи свою допитливість; в тому числі за рахунок великої кількості варіювання змінних іноді неможливого в реальному експерименті;
- більшість СКМод пропонують учню в ігровій формі перевірити себе, самому оцінити якість засвоєння теми, що значно знижує емоційне незадоволення від помилок і спонукає до наступних спроб і прогресу в навчанні;
- у класі, де всі учні можуть індивідуально (або в складі малих груп/пар) здійснювати віртуальний експеримент вчитель має змогу спостерігати, занотовувати і оцінювати вміння учнів, як працювати самостійно так і рівень сформованості у них навичок співробітництва;
- У ході віртуального експерименту, учні можуть приймати рішення і враховувати обґрунтовані ризики, що здебільшого неможливо в реальному експерименті з міркувань безпеки та ризику зіпсувати обладнання.

При виконанні фронтального експерименту і демонстрації для всього класу симуляції до нього учні мають висловити/записати власні гіпотези/передбачення щодо ймовірного, на їхню думку, перебігу подій/експерименту. Важливо, щоб учні після перевірки своїх міркувань за допомогою моделі, проаналізували, чи справдилися їхні очікування, обговорили і зафіксували не тільки результат віртуального експерименту, а й проаналізували перебіг власних думок, виявили, в чому була хибність/правильність їхніх передбачень.

На відміну від традиційного оцінювання, наприклад, практичних і лабораторних робіт, коли здебільшого оцінка виставляється за «правильний» результат і висновки щодо експерименту, при формуально-

му оцінюванні до оцінки враховується (а іноді має провідне значення) обґрунтування учнем своїх міркувань, виявлення ним самим неточностей і помилок у власних умовиводах. Висока оцінка (в розумінні цифрового позначення результатів навчання) може бути і за «неправильних» результатах, але при критичному та науковому обґрунтуванні власної позиції, аналізі помилок і висновків щодо подальшого навчання. Саме це спонукає учнів до подальших досягнень у навчанні, а вчителю дає можливість відстежувати мислення учнів і пропонувати шляхи для його покращання.

Опис понад 100 інструментів і засобів формувального оцінювання для різних вікових категорій учнів і різних аспектів такого оцінювання представлено нами у блозі «Формувальне оцінювання: означення, техніки і інструменти» (<https://formativeasua.blogspot.com/>).

Важливим у формувальному оцінюванні є надання учням точних, конкретних і вимірюваних критеріїв оцінювання їхнього навчання.

2.7. ОРГАНІЗАЦІЯ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ УЧНІВ З ВИКОРИСТАННЯМ СКМод НА ПОРТАЛІ CK12.ORG

Останніми роками майже щороку в закладах загальної середньої освіти оголошують шкільний карантин — адміністративні протиепідемічні заходи щодо обмеження контактів учнів під час освітнього процесу та забезпечення у цей період дистанційного навчання.

Під дистанційним навчанням розумітимемо організацію навчання учнів для забезпечення неперервності в здобутті загальної середньої освіти у спеціалізованому цифровому середовищі.

Мета організації дистанційного навчання: адаптивне використання спеціалізованих цифрових середовищ для забезпечення неперервного освітнього процесу учнів відповідно до державних стандартів освіти та освітніх програм.



З прикладом організації дистанційного навчання учнів з використанням СКМод на порталі: <https://www.ck12.org/teacher/> ви можете ознайомитися за **посиланням**¹² або QR-кодом.

12 <https://docs.google.com/document/d/1Nm5UImPWaFPZSJ-IgPpbBlEqJVotrS8f0Ghj3DGdG0o/edit?usp=sharing>

РОЗДІЛ III

ПІДГОТОВКА ВЧИТЕЛІВ ДО НАВЧАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ УЧНІВ

3.1. ОРГАНІЗАЦІЯ І ПРОВЕДЕННЯ ТРЕНІНГУ ДЛЯ ВЧИТЕЛІВ ЗСО ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ СКМод

До найбільш відомих, теоретично обґрунтованих і практично досліджених технологій належить навчання учнів на основі досліджень за методологією IBSE (Inquiry based Science Education — навчання природничих наук, що базується на дослідженнях), яке впроваджується у понад 30 країнах світу. Це форма освіти в галузі природничих наук, яка — на відміну від традиційної моделі, коли вчитель надає факти, а учні їх вивчають - дає дітям можливість досліджувати, експериментувати, ставити запитання, шукати та обґрунтовувати відповіді на основі міркувань [28]. Навчання на основі досліджень офіційно пропагується для вдосконалення навчання природничих наук у багатьох країнах, а з моменту публікації «Навчання природничих наук зараз: оновлений звіт «Педагогіка майбутнього Європи» [38], воно проголошене як одна з головних освітніх цілей для Європи.

За підходами до навчання учнів за методологією IBSE був запропонований і новий підхід до навчання вчителів, який отримав назву Inquiry-Based Science Teaching (англ. Викладання природничих наук на основі досліджень), за яким викладачів хімії, фізики, біології навчають сучасним педагогічним технологіям, що дають змогу формувати дослідницькі компетентності учнів. Опубліковано багато наукових праць за результатами навчання вчителів, значний внесок у такі дослідження, зокрема, зробили Н. Будниц (Budnitz N.), А. А. Карін (Carin A. A.), Дж. Е. Басс, (Bass J. E.), Т. Л. Контан (Contant T. L), Д. Луелін (Llewellyn D). Аналіз підходів до навчання вчителів, які використовують у навчанні учнів дослідження, докладно описані, зокрема в [32]. У статті [33] докладно описано підходи і принципи такого навчання порівняно з традиційним.

Розглянемо переваги щодо впровадження такого підходу (табл. 3.1).

**Порівняння традиційного навчання
і навчання за допомогою досліджень**

Критерії	Навчання з дослідженнями	Традиційне навчання
Теорія	Конструктивізм	Біхевіоризм
Участь учнів	Активна	Пасивна
Залучення учнів до досягнення цілей навчання	Підвищується відповідальність	Знижується відповідальність
Роль учня	Вирішує проблеми	Дотримується інструкцій/настанов
Цілі навчання	Орієнтовані на процес	Орієнтовані на результат
Роль вчителя	Гід/фасилітатор	Викладач/передавач

У цій роботі зазначено: «Для вчителів, які використовують навчання з елементами досліджень, змінюється їхні ролі з «викладача/передавача» на керівника на *фасилітатора*. Більшість вчителів стикаються з труднощами в скеровуванні та підтримці інтересів учнів, коли вони займаються дослідницькою діяльністю»[18]. Такі вміння фасилітації, як ефективна комунікація, здатність викликати і підтримувати інтерес учнів, використовувати керівні директиви у коректній формі та стратегічного розподіляти повноваження зі своїми учнями, одночасно підтримуючи авторитет у класі, можуть стати викликом і для українських вчителів, саме тому це потрібно передбачити і включити в програми підготовки вчителів. Такі заняття потребують ретельного планування навчання як учнів, так і вчителів.

Через необхідність додаткової підготовки до уроків, а також готовності до деякої невизначеності ходу уроку, яке зумовлене реакціями учнів, більшість викладачів, як правило, вдаються до більш структурованих та організованих способів навчання [37]. Викладачам простіше допомагати учням покроковою інструкцією здобувати вміст, а не дозволяти їм самостійно займатися навчально-дослідницькою діяльністю, ставити запитання і шукати відповіді. Прямий директивний підхід до навчання вважається найкращим методом навчання для засвоєння змісту та нових навичок. Однак пряме навчання також має свої обмеження. Існує тенденція, що таке викладання обмежує розвиток в учнів процесуальних навичок та вмінь формулювати власні судження, чого можна досягти через навчання з дослідженнями [43].

Розглянемо докладніше деякі елементи методики навчання вчителів організації та проведення навчання з дослідженнями з використанням комп'ютерних моделей.

Для вчителів, у яких доступ до Інтернету під час уроків ускладнений, всі моделі і методичні рекомендації до них були запропоновані на переносних носіях.

Розроблений тренінг з використання інтерактивних комп'ютерних моделей **для навчання з дослідженнями**, в якому основні методичні поради і навчальні завдання зосереджені на використанні вчителями СКМод у класі під час проведення лекцій, фронтального експерименту та для надання учням домашніх завдань з використанням КМод, для супроводу лабораторних і практичних занять. Слід зауважити, що більшість моделювань із сайту Phet, як і сам сайт, можна використовувати на мобільних смартфонах, проте в цьому тренінгу такі можливості роботи з учнями докладно не розглядалися.

Програма тренінгу для вчителів природничих предметів з формування дослідницьких компетентностей учнів з використанням інтерактивних комп'ютерних моделювань була розроблена з врахуванням таких навчальних цілей:

- Формування мотивації викладачів до використання навчання з дослідженнями, позитивне сприйняття ідей компетентісного навчання.
- Набуття слухачами базових знань про навчання з дослідженнями (відмінностей навчального і наукового дослідження, етапів процесу дослідження, формулювання передбачень/гіпотез, залучення учнів до всіх етапів проведення досліджень від формулювання завдань/проблем до написання висновків).
- Розуміння важливості зміни ролі вчителя від викладача до фасилітатора під час навчання з елементами досліджень та формування готовності до впровадження змін в організації роботи класу, навчального середовища, зокрема під час викладання нового матеріалу й проведення фронтального демонстраційного експерименту.
- Заохочення вчителів до впровадження елементів формувального оцінювання (зокрема — відстеження змін у навчанні учнів за допомогою ресурсу для отримання миттєвого зворотного зв'язку).
- Формування вміння відрефлексовувати власне викладання і сприяння формуванню в учнів уміння здійснювати рефлексію власного навчання.
- Формування вміння формулювати навчальні цілі для учнів і для себе, як очікуванні результати (досяжні, вимірювані, конкретні).

Програма навчання вчителів складається з семи занять (по 3 год.), які проводяться в комп'ютерному класі, частина з яких проводиться з двотижневим інтервалом для виконання вчителями завдань із своїми учнями (табл. 3.2).

Програма навчання вчителів із використання СКМод

Номер заняття	Зміст
Перше	Вступ до теми. Актуальність формування в учнів дослідницьких навичок: вимоги стандартів НУШ, Міжнародне дослідження PISA використанням інтерактивних комп'ютерних моделювань, IBSE (Inquiry Based Science Education) — навчання природничих наук, що ґрунтується на дослідженнях
Друге	Сайт Phet: навігація, україномовна версія, переваги і обмеження використання інтерактивних комп'ютерних симуляцій в навчальній діяльності. Реєстрація на сайті. 3 види симуляцій на сайті (Java, флеш, HTML5) — особливості завантаження. Обладнання і комп'ютерні програми для проведення занять з учнями з використанням інтерактивних моделювань. Встановлення на комп'ютері додатку Java. Загальні поради для вчителів з використання симуляцій. Технічні проблеми і шляхи їхнього вирішення при роботі з симуляціями
Третє	Використання інтерактивних комп'ютерних моделювань на лекції, при виконанні фронтального демонстраційного експерименту. Особливості і сучасні підходи (ІЛД — інтерактивна лекція/демонстрація) до проведення фронтального демонстраційного експерименту. Формулювання навчальних цілей, парна і групова робота в класі під час фронтального експерименту. Стратегії створення запитань/завдань для проведення фронтальних видів діяльності
Четверте	Інструменти для отримання миттєвих відповідей учнів з використанням інтерактивних комп'ютерних моделювань (додатки Plickers, Pollev, Кахут, ГуглФорми тощо.). Реєстрація на сервісі Plickers, створення робочого кабінету, власної бібліотеки і списку класів, відстеження прогресу в навчанні учнів. Клікерні запитання і завдання: приклади. Розроблення клікерних запитань до уроків
П'яте	Навчання з дослідженнями (3 види навчальних досліджень: кероване/структуроване, з супроводом, самостійне). Формулювання навчальних цілей щодо дослідницької діяльності учнів (досяжних, вимірюваних, конкретних). Добір і розроблення пізнавальних завдань для роботи з симуляціями. Формулювання гіпотез, написання висновків за результатами досліджень. Супровід лабораторних і практичних робіт з використанням симуляцій

Номер заняття	Зміст
Шосте	Домашні завдання з використанням інтерактивних комп'ютерних моделювань. Перегляд прикладів домашніх дослідницьких завдань з використанням інтерактивних комп'ютерних симуляцій. Розроблення пізнавальних дослідницьких, кількісних і якісних задач для свого класу. Завантаження і збереження симуляцій для учнів для виконання домашніх завдань. Надсилання учнями вчителю і в групу соціальних мереж результатів виконання завдань з симуляціями. Особливості оцінювання домашніх дослідницьких завдань з інтерактивними комп'ютерними моделюваннями
Сьоме	Підведення підсумків проведених занять та роботи з учнями. Обговорення вчителями-учасниками занять власного досвіду використання інтерактивних комп'ютерних моделювань на уроках і в позаурочній діяльності, рефлексія власного навчання. Проблеми і шляхи їхнього вирішення. Проведення підсумкового опитування вчителів

Під час навчання застосовуються різні види занять і педагогічні технології. Презентації, додаткові матеріали й посилання на ресурси для тренінгу розміщені на сторінках блогу **«Шкільний навчальний експеримент з сайтом симуляцій Phet»** (<https://ukrainephet.blogspot.com>).

3.2. РЕАЛІЗАЦІЇ МОДЕЛІ «ПЕРЕВЕРНУТИЙ КЛАС» НА УРОКАХ ФІЗИКИ З ВИКОРИСТАННЯМ СКМод

Розвиток сфери інформаційних технологій вимагає від учителів пошуку нових методів і засобів навчання, та й у сучасних учнів, які опановують нові технології значно швидше, інтерес до навчальних дисциплін поступово зникає, якщо процес навчання не супроводжується технологічними цікавинками. Останнім часом популярності набуває змішане навчання.

Зазвичай виокремлюють три етапи змішаного навчання. Традиційно змішане навчання проходить у три етапи: самостійне вивчення матеріалу, традиційний урок з інтерактивними вправами, продовження інтерактивного навчання і підтримки на робочому місці. Змішане навчання можна розглядати як інтеграцію формального і неформального навчання на робочому місці [26].

Як зазначає Д. Васильєва, завдяки змішаному навчанню процес навчання стає більш індивідуалізованим чи особистісно орієнтованим, оскільки дає учням змогу здобувати знання у власному темпі, в зручний час і комфортному місці. [1]. Одним із видів змішаного навчання є перевернуте, або ж «перевернутий клас». Це педагогічний підхід, у якому «...пряма вказівка

переміщується з групового навчального простору до індивідуального навчального простору, і в результаті груповий простір трансформується на динамічне, інтерактивне навчальне середовище, де педагог спрямовує учнів застосовувати концепції та залучатись до творчої діяльності в навчальному процесі...» [39]. За цих умов учитель перестає бути джерелом інформації, а стає координатором та консультантом. Як зазначають учителі-практики, під час реалізації такої моделі найскладнішим є навчити учнів працювати з інформацією та критично її оцінювати.

Під час вивчення фізики в закладі загальної середньої освіти найефективнішою є модель перевернутого класу, що спрямована на демонстрацію. Засобом реалізації перевернутого класу можуть бути завчасно підготовлені комп'ютерні моделі (симуляції). Наприклад, перед вивченням теми «Механічна робота. Кінетична енергія. Потужність» можна запропонувати учням попрацювати з комп'ютерними моделями з сайту <https://phet.colorado.edu>. (рис. 3.1).

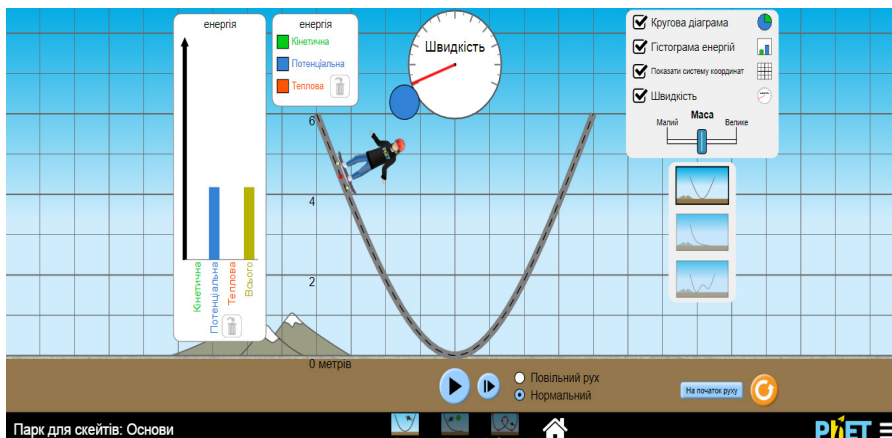


Рис. 3.1. Парк для скейтів¹³

Щоб робота з моделлю не була формальною, учням слід дати перелік запитань на які вони мають підготувати відповіді.

1. Розмістіть хлопчика на параболічній поверхні та спостерігайте за зміною кінетичної і потенціальної енергії (на шкалі «Енергія») під час його руху. Зробіть висновки.
2. Змініть масу хлопчика, як зміниться значення повної енергії? (за рахунок чого?).
3. Перейдіть у закладку «Тертя» і повторіть пункт 1 і 2. Як змінилася енергія?

¹³ <https://phet.colorado.edu/uk/simulation/energy-skate-park-basics>

4. Дослідіть, чи залежить швидкість руху хлопчика від його маси. Від тертя?
5. У вкладці «Скейтдром» побудуйте свою доріжку для руху хлопчика. Змінюючи масу людини і силу тертя спостерігайте, як буде змінюватися енергія. Зробіть висновки.

Наступним етапом у вивченні даної теми є обговорення в класі під керівництвом вчителя.

У рамках вивчення теми «Механічна робота. Кінетична енергія. Потужність» можна запропонувати учням комп'ютерну модель «Похила поверхня» (рис. 3.2)

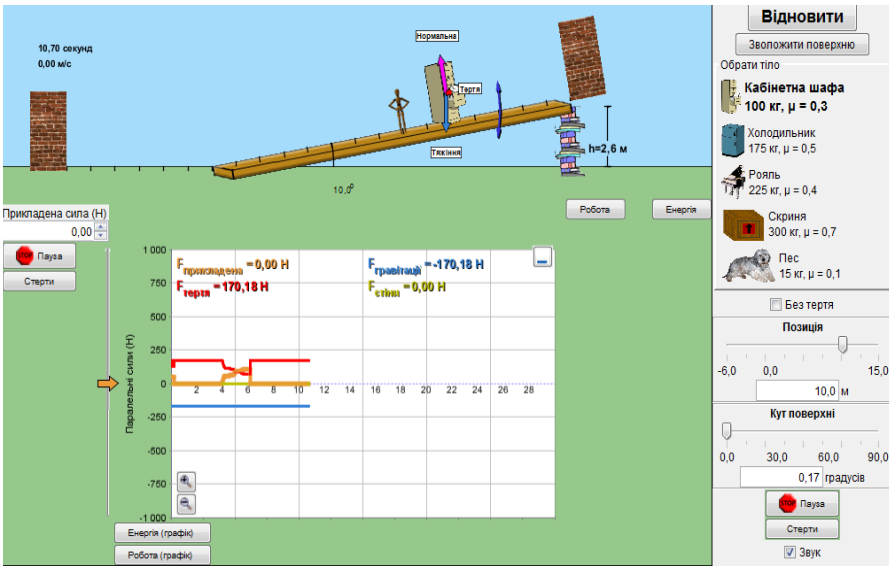


Рис. 3.2. Похила поверхня¹⁴.

Для формування загальних уявлень щодо роботи й енергії як фізичних величин пропонуємо учням рухати предмет по похилій площині вгору, при цьому спостерігати як залежить робота рівнодійної сили від енергії, чи залежить прикладена сила від маси тіла та коефіцієнта тертя між поверхнями. У вкладці «Детальне дослідження» можна спостерігати графіки роботи й енергії залежно від прикладеної сили до тіла, що рухається по похилій площині.

Використання такої моделі навчання є доволі ефективним, адже на урок учні приходять вже підготовленими, орієнтуються в темі, а вчитель

14 <https://phet.colorado.edu/uk/simulation/legacy/the-ramp>

має можливість зупинитися на моментах, які виявилися найскладнішими для розуміння. Кожен учень має можливість працювати за індивідуальною траєкторією, переглядати матеріал і виконувати дослідження з інтерактивними моделями безліч разів, що сприяє їх мотивації.

3.3. ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПОБУДОВИ ІНДИВІДУАЛЬНОЇ ТРАЄКТОРІЇ РОЗВИТКУ УЧНІВ

Особлива роль у вивченні дисциплін природничо-математичного циклу відводиться індивідуальній роботі. До індивідуальної форми відносять різні методи роботи учня. Це розв'язування задач, підготовка рефератів, презентацій, виконання фізичного експерименту в домашніх умовах, виготовлення приладів, а також підготовка до олімпіади. Щодо підготовки до олімпіади проводяться індивідуальні заняття з обдарованими учнями, система роботи з такими учнями має бути органічною сукупністю змісту, методів, форм, прийомів та засобів, які ставлять учня в умови суб'єкта творчої діяльності й забезпечують формування її особистості як дослідника [26].

Однією з форм організації індивідуального навчання є домашня робота, якою передбачено вивчення учнями навчального матеріалу в позаурочний час. Домашні індивідуальні завдання можуть передбачати закріплення нових знань, отриманих на уроці; узагальнення і систематизацію; оформлення результатів роботи із засвоєння матеріалу (укладання таблиць, малюнків); самостійне вивчення певних питань програми; застосування набутих знань при розв'язанні задач, виконанні вправ; виконання творчих робіт; ліквідація прогалин у знаннях з фізики та математики, підготовка до наступного уроку (повторення необхідних знань). Ми пропонуємо організовувати індивідуальну роботу з використанням комп'ютерних моделей. Про переваги комп'ютерних моделей свідчать дослідження вітчизняних [1] та зарубіжних науковців [39]. Розглянемо приклади завдань для індивідуальної роботи учнів.

Вивчення теми «**Криволінійний рух під дією незмінної сили тяжіння**» передбачає формування уявлення про особливості руху під дією сили тяжіння; формування знання про рух тіла, кинутого горизонтально, як результат одночасного переміщення тіла в горизонтальному й вертикальному напрямках, і знання про рух тіла, кинутого під кутом до горизонту, вміння визначати параметри таких рухів. Тема досить складна для сприйняття, тому після колективного опрацювання матеріалу варто учням дати індивідуальні завдання на основі комп'ютерної моделі рис. 3.3.

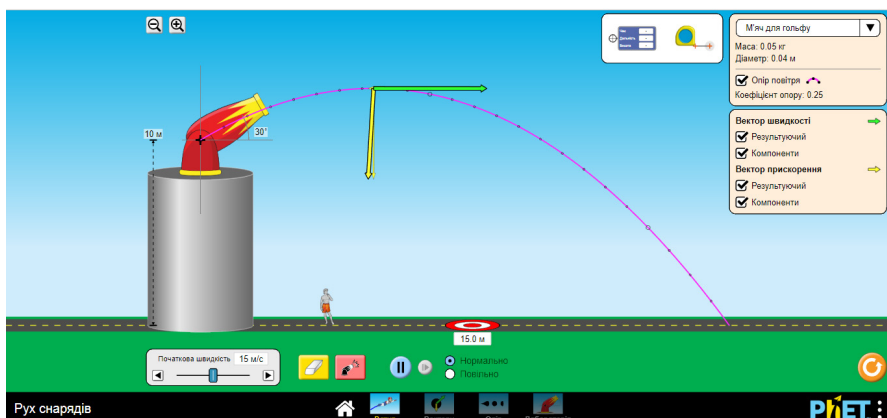


Рис. 3.3.. Комп'ютерна симуляція «Рух снарядів»¹⁵

Перше і друге завдання передбачає формування вміння керувати комп'ютерною моделлю, встановлювати залежності між величинами, знімати та використовувати дані, сприяє розвитку математичної компетентності, формування якої передбачає уміння: застосовувати математичний апарат для розв'язування фізичних та астрономічних задач, обґрунтування та доведення тверджень; опрацювання, інтерпретації, оцінювання результатів експериментів і спостережень; побудови графіків фізичних процесів; моделювання фізичних та астрономічних явищ у формі математичних рівнянь і співвідношень.

Третє завдання передбачає цілком індивідуальну роботу, оскільки кожен учень самостійно обирає заряд (з відповідного переліку у правому верхньому куті), кут нахилу гармати, висоту її розміщення та використовуючи отримані дані самостійно розраховує швидкість та дальність польоту.

Приклад індивідуального завдання

1. Розмістіть гармату, заряджену кулями, під кутом 1) 30°, 2) 45°, 3) 60° та визначте відстань польоту кулі ($m=17,6$ кг, $d=0,18$ м, $k=0,47$), початкова швидкість якої 14 м/с.
Відповідь: 1) _____, 2) _____, 3) _____.
2. Повторіть дослід, змінивши заряд гармати на бейсбольний м'яч, масою 0,15кг, $d=0,07$ м і визначте дальність польоту м'яча. ($v_0=20$ м/с).
Відповідь: 1) _____, 2) _____, 3) _____.
3. Змінивши початкові значення (h , α , v) на свої (це можна зробити в закладці «Лабораторія»), та вибравши свій заряд повторіть дослід №1, заповніть таблицю та зробіть висновки.

15 <https://phet.colorado.edu/uk/simulation/projectile-motion>

№	Заряд	α	$h, \text{ м}$	$V, \text{ м/с}$	$S, \text{ м}$
1					
2					

Висновок. _____

Після виконаного дослідження, учень повинен сформулювати висновок. Таке завдання можна запропонувати учням, як для індивідуальної роботи на уроці, так і для виконання в домашніх умовах, навіть, за відсутності Інтернету, адже відповідну комп'ютерну модель можна роздати учням на електронних носіях.

Варто наголосити, що саме індивідуальний підхід передбачає розкриття індивідуальних особливостей учня, а комп'ютерні моделі є одним із найефективніших засобів для його реалізації.

3.4. РОБОЧИЙ АРКУШ УЧНЯ ДО ТЕМИ «ЗДОРОВ'Я І ФІЗИЧНІ ВПРАВИ» (БІОЛОГІЯ)

Тема: Здоров'я і фізичні вправи¹⁶

Вступ

На цьому уроці цій ви будете досліджувати, як здоров'я та фізичні навантаження впливають на організм людини, випробовуючи різні змінні та порівнюючи стан здоров'я протягом періоду часу в один рік.

Навчальні цілі

- Вміти порівнювати взаємозв'язок між статтю та здоров'ям для двох людей однакової фізичної будови та протилежних статей.
- Розкрити взаємозв'язок між фізичними вправами та здоров'ям, порівнявши двох людей однієї статі та фізичного стану, які виконують різну кількість фізичних вправ.

3. Відкрийте/завантажте комп'ютерну модель «Іжа і вправи»
4. Клацніть на **Play**, щоб запустити комп'ютерну модель.
5. Налаштуйте комп'ютерну модель на метричну систему (перемикач **Англійськ./ Метричн.**)

ДОСЛІДЖЕННЯ №1

- Виберіть вік, зріст, вагу та оберіть «**Середня активність**».
- Покладіть на тарілку їжу, яку споживає людина за день Натисніть кнопку **Play** («Відтворити») внизу екрана, щоб переглянути, що

¹⁶ перекладено і адаптовано з уроку Katie Grobe. URL: <https://phet.colorado.edu/uk/contributions/view/5140>

відбувається з вагою людини та споживанням калорій протягом певного періоду часу.

- Додайте різні вправи та вивчіть, що відбувається.

Запитання: Які фактори впливають на вагу людини? На вашу думку, що важливіше для загального здоров'я людини — фізичні вправи чи дієта? Чому?

ДОСЛІДЖЕННЯ №2

Мета 1: Порівняти зв'язок між статтю та здоров'ям для двох людей однакової фізичної статури та протилежних статей.

Вправа 1 — Стать і здоров'я

- Натисніть кнопку **Reset all** («Скинути все»), щоб повернути комп'ютерну модель до початкових налаштувань.
- Встановіть стать на «Жіноч.».
- Виберіть вік, зріст, вагу. Зберігайте всі інші змінні однаковими. Запишіть це у діаграму нижче. (**ОБОВ'ЯЗКОВО вибрати вік від 25 до 35 років, зріст від 150 см до 180 см, вага від 65 кг до 90 кг**).

Вік	
Зріст	
Вага	
Тілесний жир	

- Додайте на тарілку їжу на **сніданок, обід, вечерю** та 2 перекуси (тобто 3 прийоми їжі та 2 перекуси — ви можете вибрати більше одного з кожного предмета, якщо людина з'їла більше одного). Нижче напишіть продукти, які ви вибрали.

Їжа	
-----	--

- Натисніть кнопку відтворення внизу моделювання, щоб почати. Запустіть моделювання на період часу — один рік.
- Зробіть знімок екрана (клавіша **Print Screen/Pr Scr** — на клавіатурі) своїх результатів і вставте нижче.
- Повторне моделювання. Зберігайте всі змінні однакові (вік, зріст, вага, вибір їжі).
- Змініть стать на «Чоловік».
- Коли у вас встановлені всі ваші змінні, запустіть моделювання теж на період 1 року.
- **Зробіть знімок екрана зі своїми результатами та вставте нижче.**

Запитання: Поясніть свої результати. Ви бачите різницю у вазі жінки після року та ваги чоловіка після року такого харчування? Про що це свідчить? Як чоловічі та жіночі тіла реагують на однакову їжу?

Мета 2: Відкрийте для себе зв'язок між фізичними вправами та здоров'ям, порівнявши двох людей однієї статі та фізичного стану та які виконують різні фізичні вправи.

Вправа 2 — Вправи та здоров'я

- Скиньте екран до початкового стану.
- Виберіть стать, вік, зріст, вагу. Введіть у таблицю нижче. **(ОБОВ'ЯЗКОВО вибрати вік від 25 до 35 років, зріст від 150 до 180 см до 0, вага від 65 кг до 90 кг).** Оберіть параметр «Середня активність».

Стать	
Вік	
Зріст	
Вага	
Тілесний жир	

- Додайте їжу на **сніданок, обід, вечерю** та два перекуси (тобто три прийоми їжі та дві закуски — ви можете вибрати більше одного кожного предмета, якщо людина з'їла більше одного). Нижче напишіть продукти, які ви вибрали.

Їжа	
-----	--

- Перейдіть до вибору вправ у верхній правій частині моделювання. Виберіть «Дуже активний», що відповідатиме 30 хвилинам такої вправи кожен день.
- Натисніть кнопку відтворення внизу моделювання, щоб почати. Запустіть моделювання на 1 рік.
- Зробіть знімок екрана своїх результатів і вставте нижче.
- Повторіть моделювання з однаковою статтю, віком, зростом, вагою та вибором їжі. Заберіть всі вправи із способу життя людини (і оберіть параметр **Малорухом.**).
- Натисніть кнопку відтворення внизу моделювання, щоб почати. Запустити моделювання на 1 рік.
- Зробіть знімок екрана своїх висновків і вставте нижче.

Запитання:

- Як змінилися двоє різних людей від початку моделювання до кінця (час — 1 рік)? Чи є їхні кінцеві результати однаковими?
- Що це порівняння демонструє вам для взаємозв'язку здоров'я та фізичних вправ?
- На вашу думку, який тип вправ є важливим для загального стану здоров'я?

ДОСЛІДЖЕННЯ №3

Мета: Ваш друг знає, що ви зараз експерт зі здоров'я. Він прийшов до вас, оскільки хоче схуднути на 9 кг протягом наступного року. Ви тепер відповідаєте за його споживання їжі, а також щоденні заняття, щоб допомогти йому досягти цієї мети. Його стать, вік, вага, зріст та тілесний жир записані нижче.

Стать	Чол.
Вік	25
Вага	99 кг
Зріст	182 см
Тілесний жир	20.0%

Нижче запишіть їжу, яку ви пропонуєте своєму другові, а також будь-які вправи.

Їжа	
Вправи	

Після введення даних про їжу та фізичні вправи в комп'ютерну модель клацніть «запустити».

Запишіть вагу свого друга через певні періоди нижче.

	Вік	+ 3 місяці	+ 6 місяців	+ 9 місяців	+ 12 місяців
Вага (кг)	99				

Якщо ви задоволені кінцевими результатами свого друга, скопіюйте скриншот нижче. Якщо ні, змініть дані про їжу та вправи, поки ви не допоможете йому досягти своєї мети!

Запитання:

1. Що продемонструвало вам це моделювання щодо взаємозв'язку між здоров'ям та фізичними вправами?
2. Як співвідносяться здоров'я та дієта?
3. Після завершення моделювання, на вашу думку, що важливіше для ведення здорового способу життя — дієти чи фізичні вправи?

3.5. ФОРМУЛЮВАННЯ ГІПОТЕЗ НА ПРИКЛАДІ УРОКУ ФІЗИКИ З ВИКОРИСТАННЯМ СКМод

Розглянемо розроблення практичної роботи з використанням СКМод для уроку фізики ¹⁷.

Робочий аркуш учня.

На наступний день після пікніка ви заглядаєте в контейнер з льодом, де лежали харчі та напої. Весь вчорашній лід перетворився на воду. Залишилося лише два напої. Баночка дієтичної **Кока-коли** плаває на поверхні. Баночка звичайної **Кока-коли** лежить на дні (рис. 3.4).

Ви роздивляєтеся обидві банки. Ви бачите, що обидва напої виготовлені однією і тією ж компанією. Потім ви читаєте етикетки:

«Звичайна Кока -кола : газована вода, цукор, карамельний барвник, натуральний ароматизатор».

«Дієтична Кока -кола : газована вода, аспартам, карамельний барвник, натуральний ароматизатор».

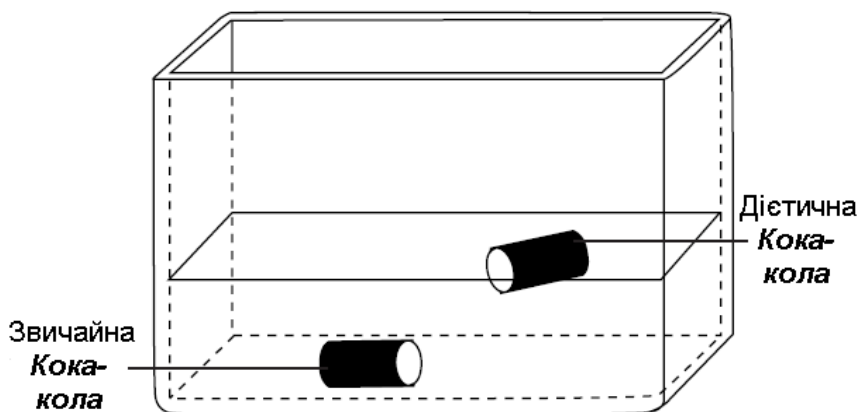


Рис. 3.4. Контейнер з водою та напоями

(Аспартам — це низькокалорійний підсолоджувач, який використовується як заміник цукру у багатьох продуктах та напоях, щоб пропонувати людям менш калорійну альтернативу.)

Дайте відповіді на наступні запитання. Використовуйте зворотну сторону цього аркуша, якщо вам потрібно більше місця.

17 Адаптовано і доповнено з <https://www.teachervision.com/scientific-method/developing-hypothesis>

Перше. Ви думаєте, що щось у звичайному напої, мабуть, змусило його потонути, тоді як щось у дієтичному напої змусило його плавати. Запишіть щонайменше два можливих пояснення подій. _____

Друге. Припустимо, що тип напою не вплинув на те, чи може плавати він чи тонути. Можливо, самі банки були в чомусь різними. Можливо, щось, крім **Кока-коли** помилково потрапило в одну з банок. Напишіть щонайменше два можливих пояснення подій. _____

Третє. Запишіть будь-які інші можливі пояснення, які ви можете придумати. Чи міг контейнер вплинути? Може щось у воді спричинило це? Чи може бути у воді предмет, якого ви не бачите? _____

Четверте. Перегляньте свої відповіді на запитання 1. Скористайтеся однією зі своїх ідей, щоб написати гіпотезу, пояснюючи, чому один може плавати, а другий затонув. (Підказка. Переконайтеся, що ви вживаєте слова **Якщо..., то....**) _____

П'яте. Перегляньте свої відповіді на запитання 2 та 3. Виберіть одне із своїх тверджень, де описується щось, окрім типу напою, що спричинило плавання. *Напишіть гіпотезу на основі цієї ідеї.* _____

Шосте. Чи можна перевірити обидві ваші гіпотези? Напишіть короткий опис того, як ви могли б протестувати кожну. Опишіть будь-яке обладнання, яке вам знадобиться. (Підказка: Ви можете відкрити банки і розливати напої як частину ваших тестувань.) _____

Сьоме. Завантажте інтерактивну комп'ютерну модель «Плаваючість» з сайту **Phet**¹⁸ (рис. 3.5).

18 <https://phet.colorado.edu/uk/simulation/legacy/buoyancy>

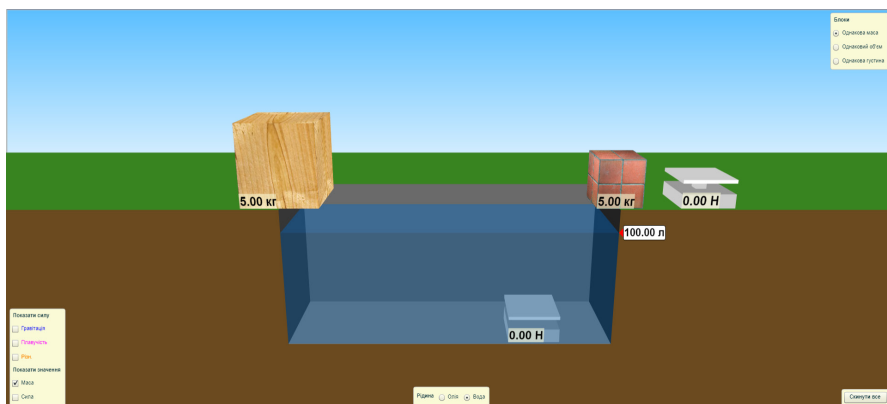


Рис. 3.5. Зображення інтерактивної комп'ютерної моделі «Плавучість»

Поміркуйте, чи/як ви можете протестувати свою гіпотезу за допомогою комп'ютерної моделі. (на вкладці «Лабораторія»).

Восьме. Перегляньте свою роботу. Як вам допомогли це завдання і модель вчитися формулювати гіпотези і перевіряти їх?

3.6. РОБОЧИЙ АРКУШ УЧНЯ ДО ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ «РІВЕНЬ pH КИСЛОТ ТА ОСНОВ» (ХІМІЯ)

Яким чином розрідження впливає на рівень pH кислот та основ?¹⁹

Вступ: У цій роботі ви будете досліджувати вплив додавання води на рівень pH. Шкала pH використовується для вимірювання ступеня кислотності або лужності розчину. Шкала pH коливається від 0 (дуже кисла) до 14 (дуже лужна), тоді як нейтральна рідина, така як вода, має pH 7. Рівень pH пов'язаний з концентрацією іонів водню, що містяться в розчині.

Перш ніж почати!

Перш ніж розпочати цю роботу, будь ласка, зробіть свої прогнози, відповідаючи на наступні запитання:

- **pH кислотного розчину буде збільшуватися, зменшуватися чи залишатися таким самим при додаванні води (pH 7)?**
- **pH лужного розчину буде збільшуватися, зменшуватися чи залишатися таким самим при додаванні води (pH 7)?**

Будь ласка, натисніть на посилання нижче, щоб отримати доступ до онлайн-моделі, використовуваної у цій роботі. Скриншот нижче — це

¹⁹ Перекладено і адаптовано з <https://phet.colorado.edu/uk/contributions/view/3833>

те, що ви маєте бачити на екрані. Вам потрібно буде переключитися між цим документом та КМод, щоб завершити діяльність (рис. 3.6).

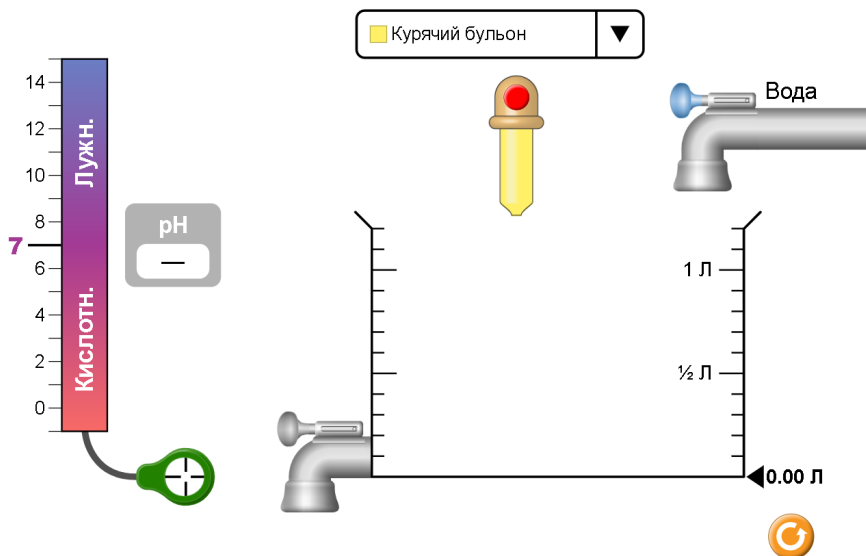


Рис. 3.6. СКМод «Рівень Ph кислот та основ» (<https://bitly.su/MeOL>)

Дослідження

1. Експериментуйте з різними розчинами з випадаючого списку. Клацніть і потримайте натиснутою крапельницею, щоб додати потрібну кількість вибраної рідини в склянку.
2. Спробуйте додавати різну кількість розчинів, а також воду з крана.
3. Клацніть на зливному крані, щоб вилити частину або весь розчин або почати новий експеримент.

Запитання:

- Яка найбільш кислотна речовина в цій симуляції? Яке значення рН?
- Яка найбільш лужна речовина в цьому моделюванні? Яке значення рН?
- Які речовини мають рН, найбільш подібний до води (рН 7)?
- Які дві речовини мають однакове значення рН? Чому це може бути?
- Як ви вважаєте, що якщо у блювоти рН 2,0, то людський шлунок є кислим чи лужним середовищем? Чому це може бути?

Ви будете тестувати рН п'яти розчинів до і після додавання різних кількостей чистої води, щоб перевірити, як розбавлення впливає на рівень рН. Це ви можете зробити, помістивши зелений детектор в розчин у склянці після додавання відповідної кількості кожної рідини. У цьому експерименті ви будете випробовувати п'ять речовин разом з трьома рівнями розведення кожної речовини в поєднанні з водою. Кожен розчин має бути 1,0 літра (рис. 3.7) при тестуванні.

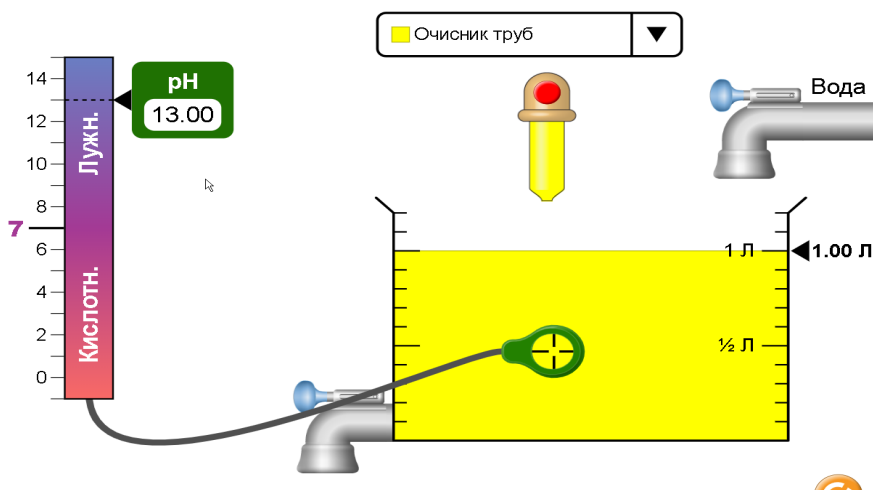


Рис. 3.7. Зображення процесу моделювання

Використовуйте комп'ютерну модель, щоб заповнити таблицю (табл. 3.3), використовуючи приклад очисника труб, який вже готовий для вас в якості прикладу.

Після кожного експерименту важливо злити весь розчин перед початком наступного експерименту.

Завдання: Створіть правило, яке описує, що відбувається, коли в різні кислотні та лужні речовини додають чисту воду.

Таблиця 3.3

Назва	рН чистого розчину (100%)	Кислотний чи лужний?	0.75 л розчину 0.25л води 1.0 л разом	0.50 л розчину 0.50л води 1.0 л разом	0.10 л розчину 0.90 л води 1.0 л разом	Кінцевий розчин кислотний чи лужний?
Очисник труб	13.0	Лужн.	12.88	12.69	12.00	Лужн.




Застосування

- Що відбувається з рН кислотних розчинів під час додавання води?
- Що відбувається з рН лужних розчинів під час додавання води?
- Загалом, коли ми розбавляємо кислоту чи основу, рН завжди рухається до якого значення рН?
- Чи кислота коли-небудь перетворювалась у основу, чи основа коли-небудь стала кислотою? Чому ви так думаєте?

Висновки

- Створіть правило, яке описує, що відбувається, коли в воду додають різні кислотні та основні речовини.
- Запропонуйте ідею, чому, скільки б ми не розбавляли кислоту водою, рН ніколи не підвищується вище 7.
- Запропонуйте ідею, чому, скільки б ми не розбавляли основу водою, рН ніколи не опускається нижче 7.
- Чи були ви здивовані якимись своїми висновками під час цього моделювання? Якщо так, то що вас здивувало?



ДОДАТОК. ДОДАТКОВІ МАТЕРІАЛИ Й РЕСУРСИ ДЛЯ ВЧИТЕЛЯ

Матеріали та ресурси	QR-код
Рекомендації щодо використання СКМод в освітньому процесі (посилання ²⁰)	
Ресурси для он-лайн тестування та опитування учнів, які доцільно використовувати в освітньому процесі на природничо-математичних предметах (посилання ²¹)	
Перелік СКМод для формування компетентностей учнів з природничо-математичних предметів (посилання ²²)	

20 <https://docs.google.com/document/d/1W6VnQMDhVa5DrhegDNaXHiHuOZwiBJtzAKLHlsi6fHA/edit?usp=sharing>

21 <https://docs.google.com/document/d/1jck12Nh0hzcbmYV4zwvsRcBaBXSkmDhVqig-IDkSGiU/edit?usp=sharing>

22 <https://docs.google.com/document/d/1NB7gN-Bo-GQL0qOuQk2TG7jbRKjHRZ7ld72Vjwhej3Q/edit?usp=sharing>

<p>Приклади експериментальних завдань з фізики з використанням комп'ютерних моделей та їх оцінювання (посилання²³)</p>	
<p>Використання СКМод на уроках біології (посилання²⁴)</p>	
<p>Форма для самооцінювання учнями ходу і результатів практичної роботи (посилання²⁵)</p>	

Публікації за темою «Використання комп'ютерного моделювання в освітньому процесі» (посилання²⁶)

23 https://docs.google.com/document/d/12cHNGeh_bbERhFvOGyIcOrmnQ573PKDeGUDlZrp6fs/edit?usp=sharing

24 <https://docs.google.com/document/d/1UY1geHLxN75MLsruJOSr60fqQk2DfR2tWz1dxqXi7xo/edit?usp=sharing>

25 <https://docs.google.com/document/d/1W9SBbbd9bscdutG5SCZEA1WfetzOJa3YScbjjPCYZsQ/edit?usp=sharing>

26 <https://scholar.google.ru/citations?user=sLz-kF4AAAAJ&hl=ru&authuser=3>

ЛІТЕРАТУРА

1. Величко С.П., Ткаченко А.В., Слободяник О.В. Розв'язування індивідуальних експериментальних завдань засобами ІКТ. Наукові записки. Серія: педагогічні науки. Кіровоград РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2012. Вип. 108. С.172-176.
2. Гриб'юк О. О. Дослідницьке навчання учнів предметів природничо-математичного циклу з використанням комп'ютерно орієнтованих методичних систем: монографія. Київ: НПУ імені М. П. Драгоманова, 2019. 858 с.
3. Гриб'юк О.О. Математичне моделювання при навчанні дисциплін математичного та хіміко-біологічного циклів: навчально-методичний посібник для учителів. Рівне: РДГУ, 2010. 207 с.
4. Гриб'юк О.О. Психолого-педагогічні вимоги до комп'ютерно-орієнтованих систем навчання математики в контексті підвищення якості освіти. Гуманітарний вісник ДВНЗ «Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди». Київ: Гнозис, 2013. Додаток 1 до Вип. 31, Том IV (46): Тематичний випуск «Вища освіта України у контексті інтеграції до європейського освітнього простору». С. 110-123.
5. Дементієвська Н.П. Сайт інтерактивних симуляцій Phet як надійне і безпечне середовище для формування компетентностей учнів у природничо-математичних науках. Звітна наукова конференція Інституту інформаційних технологій і засобів навчання ІІТЗН НАПН України. м. Київ, 2018. С. 139-141.
6. Дементієвська, Н.П. Відбір інтернет-ресурсів для формування дослідницьких компетентностей учнів при вивченні фізики в школі. Звітна наукова конференція Інституту інформаційних технологій і засобів навчання ІІТЗН НАПН України, м. Київ, 2019. С. 78-81. URL: <http://lib.iitta.gov.ua/715956>.
7. Дементієвська, Н.П. Сайт інтерактивних симуляцій Phet як надійне і безпечне середовище для формування компетентностей учнів у природничо-математичних науках. Звітна наукова конференція Інституту інформаційних технологій і засобів навчання ІІТЗН НАПН України. м. Київ, 2018. С. 139-141, URL: <http://lib.iitta.gov.ua/711730>. <http://orcid.org/0000-0003-2985-3771>.
8. Державний стандарт початкової освіти, Постанова Кабінету міністрів від 21 лютого 2018р. № 87. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-zatverdzhennya-derzhavnogo-standartu-pochatkovoyi-osviti>
9. Деркач Т. М., Стець Н. В. Середовище програмування NETLOGO у навчанні хімії, Інформаційні технології і засоби навчання. 2013. Том 38. №6. С. 96-110.
10. Жук Ю. О., Соколюк О. М. , Дементієвська Н. П., Слободяник О. В., Соколов П. К. Використання інтернет технологій для дослідження природних явищ у шкільному курсі фізики : посібник / Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. Київ: Атіка, 2014. 172 с.

-
11. Жук Ю. О., Соколюк О. М., Дементієвська Н. П., Соколова І. В. Інтернет-орієнтовані педагогічні технології у шкільному навчальному експерименті: монографія. Київ: Атіка, 2014. 196 с.
 12. Литвинова С. Г. Модель використання системи комп'ютерного моделювання для формування компетентностей учнів з природничо-математичних предметів. Фізико-математична освіта. Суми: [СумДПУ ім. А.С. Макаренка], 2019. Том 1 (19). С. 108-115. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2019-019-1-017>.
 13. Литвинова С. Г. Облачно ориентированная учебная среда школы: от кабинета до виртуальных методических предметных объединений учителей. Образовательные технологии и общество. 2014. №1(17). С.457-468.
 14. Литвинова С.Г. Моделі впровадження і оцінювання ефективності системи комп'ютерного моделювання як інноваційної освітньої ІК-технології. Фізико-математична освіта. Суми : [СумДПУ ім. А.С. Макаренка]. 2019. Том 2 (20). С. 80-88. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2019-020-2-013>.
 15. Литвинова С.Г. Білінгвальний підхід у формуванні компетентностей учнів з природничо-математичних предметів на засадах комп'ютерного моделювання. Фізико-математична освіта. Суми : [СумДПУ ім. А.С. Макаренка]. 2019. Том 3(21). С. 80-88. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2019-021-3-013>.
 16. Ляшенко О. І., Терещук С. І, Застосування мобільної технології Plickers у процесі навчання фізики. Інформаційні технології і засоби навчання. 2019. №70 (2). С. 59-70.
 17. Нова українська школа. URL:<https://mon.gov.ua/ua/tag/nova-ukrainska-shkola>
 18. Нова українська школа: poradnik dla vchitelja. Київ: ТОВ «Видавничий дім «Плеяди», 2017. 206 с.
 19. Пінчук О.П., Соколюк О.М. Навчально-пізнавальна діяльність учнів в умовах використання інтернет орієнтованих освітніх технологій. Одинадцята міжнародна науково-практична конференція ІОН-2018 (м. Вінниця, 22-25 травня, 2018 р.). Вінниця, 2018. С. 266-267.
 20. Слободяник О.В. Комп'ютерні симуляції при вивченні атомної фізики у закладах загальної середньої освіти Наукові записки. Серія: педагогічні науки. Кропивницький. РВВ ЦДПУ ім..В.Винниченка. 2019. Вип.179. С. 146-151.
 21. Слободяник О.В. Комп'ютерні моделі у дослідницькій діяльності учнів з фізики. Фізико-математична освіта. Суми, 2018. Випуск 4(18), С.149-153.
 22. Слободяник О.В. Теоретичні аспекти імітаційного моделювання в навчанні фізики. Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. Кропивницький: РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка, 2018. Вип. 173. Ч. 2. 312с. С.183-187.
 23. Соколюк О.М. Навчальні комп'ютерні моделі у пізнавальній діяльності учнів при вивченні предметів природничого циклу. Матеріали XV(XXV) міжнародної науково-практичної конференції «Засоби і технології сучасного навчального середовища» (17-18 травня 2019 року). Кропивницький: Ексклюзив-Систем. С. 34-36.

-
24. Al-Sabbagh, S. Instruments and implements of enquiry based learning. 2009. URL: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED507027.pdf>
 25. Bykov V., Burov O., Dementievska N.: Cybersecurity in a digital learning environment. Information technology and training tools, 2019. Vol. 70. №2. pp. 313-331. (in Ukrainian).
 26. Claire O'Connell, Inquiry-Based Science Education Primer to the international AEMASE conference report, Rome, 19-20 May 2014, All European Academies (ALLEA), Berlin <https://bitly.su/C4Tij>
 27. David R. Sokoloff, Ronald K. Thornton. Using interactive lecture demonstrations to create an active learning environment. The Physics Teacher, vol. 35, 340p (1997); <https://doi.org/10.1119/1.2344715>
 28. Hrybiuk O. Mathematical modeling as a means and method of problem solving in teaching subjects of branches of mathematics, biology and chemistry // Proceedings of the First International conference on Eurasian scientific development. «East West» Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH. Vienna. 2014. P. 46-53.
 29. Lytvynova S., Burov O., Slobodyanyk O. The Technique to Evaluate Pupils' Intellectual and Personal Important Qualities for ICT Competences. Proceedings of the 15th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer, 2019. Vol-2393. pp. 170-177. URL: http://ceur-ws.org/Vol-2393/paper_382.pdf.
 30. National Science Education Standards, The Sourcebook for Teaching Science, URL: <https://www.csun.edu/science/ref/curriculum/reforms/nses/>
 31. Nurshamshida Md Shamsudin, Nabilah Abdullah, Nurlatifah Yaamat Strategies of Teaching Science Using an Inquiry Based Science Education (IBSE) by Novice Chemistry Teachers, 6th International Conference on University Learning and Teaching (InCULT 2012) URL: <https://bitly.su/hVaOTqaV>
 32. Pinchuk O., Burov O., Lytvynova S.: Learning as a Systemic Activity. Advances in Intelligent Systems and Computing, 2019. Vol. 963. pp. 335-342. Doi. [org/10.1007/978-3-030-20135-7_33](https://doi.org/10.1007/978-3-030-20135-7_33). URL <https://bitly.su/6X5v> (дата звернення 20.12.2019).
 33. PISA – дослідження заради якості освіти. URL:<http://pisa.testportal.gov.ua/scho-vuvchaє-pisa/> (дата звернення 20.12.2019).
 34. PISA: природничо-наукова грамотність / уклад. Т. С. Вакуленко, С. В. Ломакович, В. М. Терещенко, С. А. Новікова; перекл. К. Є. Шумова. Київ: УЦО-ЯО, 2018. 119 с.
 35. Qablan A., Al-Ruz, J., Theodora D., Al-Momani, I. I know it's so good, but I prefer not to use it. An interpretive investigation of teachers' perspectives about learning biology through Inquiry. International Journal of Teaching and Learning in Higher Education, 2009. 20 (3), 394-404. URL: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eric&AN=EJ869324&site=ehost-live> (дата звернення 20.12.2019).

-
-
36. Rocard M., Csermely P., Jorde D., Lenzen D., Walberg-Henrikson H., Hemmo V. Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe. Brussels: European Commission: Directorate-General for Research. 2007. URL: https://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf (дата звернення 20.12.2019).
 37. Ronald D. Anderson, Reforming Science Teaching: What Research says about Inquiry, *Journal of Science Teacher Education*, v.13(1), Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 2002. pp. 1-12. URL: <http://mascil-toolkit.phfreiburg.de/wp-content/uploads/2014/03/Anderson-2002.pdf> (дата звернення 20.12.2019).
 38. Slipukhina I., Kuzmenkov S., Kurilenko N., Mienaiilov S. Virtual Educational Physics Experiment as a Means of Formation of the Scientific Worldview of the Pupils. Proceedings of the 15th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer, 2019. Vol-2387. pp. 318-333. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2387/20190318.pdf>.
 39. The Plurality of Literacy and its implications for Policies and Programs. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000136246> (дата звернення 20.12.2019).
 40. UNESCO ICT Competency Framework for Teachers, 2018. URL: <https://www.gcedclearinghouse.org/sites/default/files/resources/190056eng.pdf> (дата звернення 20.12.2019).
 41. Wang Jing-Ru; Lin Sheau-Wen Examining Reflective Thinking: A Study of Changes in Methods Students' Conceptions and Understandings of Inquiry Teaching, *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2008. Vol. 6. N3. P. 459-479. URL: <https://eric.ed.gov/?id=EJ803495> (дата звернення 20.12.2019).

Авторський колектив:

Литвинова Світлана Григорівна - заступник директора з наукової роботи Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України, провідний науковий співробітник відділу технологій відкритого навчального середовища, доктор пед. наук, с.н.с.

Пінчук Ольга Павлівна - заступник директора з науково-експериментальної роботи Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України, провідний науковий співробітник відділу технологій відкритого навчального середовища, кандидат пед. наук, с.н.с.

Соколюк Олександра Миколаївна - провідний науковий співробітник відділу технологій відкритого навчального середовища Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України, кандидат пед. наук, с.н.с.

Слободяник Ольга Володимирівна - провідний науковий співробітник відділу технологій відкритого навчального середовища Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України, кандидат пед. наук.

Гриб'юк Олена Олександрівна - провідний науковий співробітник відділу технологій відкритого навчального середовища Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України, кандидат пед. наук.

Дементієвська Ніна Петрівна - науковий співробітник відділу технологій відкритого навчального середовища Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України

Наукове видання

МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ УЧНІВ З ПРИРОДНИЧО- МАТЕМАТИЧНИХ ПРЕДМЕТІВ

Методичні рекомендації

Наукова редакція:

д-ра пед. наук, с.н.с. Литвинової С. Г.

Авторський колектив:

<i>Д-р пед. наук, с.н.с.</i>	<i>Литвинова С. Г.</i>	<i>(Розділ 1, п. 1.1, п. 1.4, пп. 2.1 - 2.4, п. 2.7)</i>
<i>К-т пед. наук, с.н.с.</i>	<i>Слободяник О. В.</i>	<i>(п. 3.2, п. 3.2)</i>
<i>К-т пед. наук, с.н.с.</i>	<i>Соколюк О. М.</i>	<i>(Вступ, п. 2.1, п. 2.3)</i>
<i>К-т пед. наук, с.н.с.</i>	<i>Пінчук О. П.</i>	<i>(Вступ, п. 2.1, п. 2.3)</i>
<i>К-т пед. наук</i>	<i>Гриб'юк О.О.</i>	<i>(п. 2.5)</i>
<i>Наук. співробітник</i>	<i>Дементієвська Н. П.</i>	<i>(п. 1.2, п. 1.4, п. 2.2, п. 2.6, п. 3.1, пп. 3.4-3.6)</i>

Обкладинка - Лук'ненко Л.

Верстка – Коломієць А.

(Електронне видання)

Обсяг вид. 3,0 авт. арк.

Видавництво «Педагогічна думка»

04053, м. Київ,

вул. Січових Стрільців, 52-а, корп. 2;

тел./факс: (044) 481-38-85

book-xt@ukr.net

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виготовників
розповсюджувачів видавничої продукції

Серія ДК № 3563 від 28.08. 2009 р.