

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний педагогічний університет імені А.С. Макаренка
Фізико-математичний факультет
Кафедра інформатики

УДК 378.016:51]:004

Єлек Дар'я Юрїївна

**ВИКОРИСТАННЯ ВІРТУАЛЬНИХ ЛАБОРАТОРІЙ У ШКІЛЬНОМУ
ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ**

Спеціальність: 014.08 Середня освіта (Інформатика)

Галузь знань: 01. Освіта

Кваліфікаційна робота
на здобуття освітнього ступеня магістра

Науковий керівник:

_____ В.Г. Шамо́ня

Кандидат фізико-математичних
наук, доцент кафедри інформатики

«__»_____ 2021 року

Виконавець

_____ Д.Ю. Єлек

«__»_____ 2021 року

Суми 2021

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ I. ВІРТУАЛЬНІ ЛАБОРАТОРІЇ ЯК НАСТУПНИЙ КРОК ВПРОВАДЖЕННЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ОСВІТНІЙ ПРОЦЕС	5
1.1. Віртуальні лабораторії – сутність, переваги та недоліки використання	6
1.2. Використання віртуальних лабораторій в навчальному процесі	11
1.3. Види комп’ютерних лабораторій	15
1.4 Огляд віртуальних лабораторій	23
РОЗДІЛ II. ВІРТУАЛЬНІ ЛАБОРАТОРІЇ ЯК ЗАСІБ НАВЧАННЯ	29
2.1. Засоби для створення віртуальних лабораторій	29
2.2. Порівняння віртуальних лабораторій	37
2.3. Особливості впровадження віртуальних лабораторій в освітній процес	39
ВИСНОВКИ	44
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	47

ВСТУП

Віртуальні лабораторії виникли як результат прогресу цифрових технологій. Певна частина шкільних дисциплін має виражений прикладний характер і навчати учнів повноцінно можна лише при демонструванні дослідів. Такими дисциплінами є фізика, хімія, астрономія, інформатика, біологія, географія та інші. Також варто відмітити тенденцію зниження зацікавленості учнів до природничих дисциплін. Останні роки учнів, що цікавляться спеціальностями тісно пов'язаними з фізикою, хімією стає усе менше. Перед вчителем постає проблема мотивування, зацікавленості учнів своїм предметом. І саме з таких дисциплін це є експеримент.

Цей напрям є досліджуваним протягом тривалого часу. Н. Гуріна, А. Єгорова, О. Панахідіна, А. Якушкіна та інші досліджували проблему впровадження віртуальних лабораторій в освітню практику та наукову роботу.

Також варто відмітити, що у нашій країні це ще й підтримка шкіл щодо демонстрації дослідів. Адже вже тривалий час фінансування шкільної освіти є недостатнім і забезпечення приладами, реактивами та іншими необхідними матеріалами перекладено на навчальні заклади. Очевидним є те, що жоден реальний експеримент не можна замінити повноцінно віртуальним. Проте покоління молоді вже сприймає краще відеоролики у порівнянні з паперовою літературою, короткі чіткі інструкції у порівнянні з детальними теоретичними відомостями.

Метою роботи є винайдення шляхів впровадження віртуальних лабораторій у освітній процес і узагальнення доцільності їх використання.

Об'єктом є віртуальні лабораторії як засіб навчання.

Предметом є особливості використання віртуальних лабораторій в освітньому процесі.

Поставленими **задачами**, що сприяли розкриттю теми та досягненню мети були такі:

- проаналізувати наявну методичну та наукову літературу з розробки віртуальних лабораторій, їх впровадження у освітній процес;
- вивчення існуючих платформ та інструментарію для використання наявних, розробки віртуальних лабораторій;
- виокремити особливості з методичної точки зору щодо використання цифрових лабораторій;
- запропонувати шляхи вдосконалення впровадження віртуальних лабораторій у освітній процес вчителями окремих шкільних курсів.

РОЗДІЛ I. ВІРТУАЛЬНІ ЛАБОРАТОРІЇ ЯК НАСТУПНИЙ КРОК ВПРОВАДЖЕННЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ОСВІТНІЙ ПРОЦЕС

Використання сучасних інформаційних технологій в освіті - це вже не новина, а реальність сьогоднішнього дня для всього цивілізованого світу. В даний час ІКТ міцно увійшли в освітню сферу. Вони дозволяють змінити якість освітнього процесу, зробити урок сучасним, цікавим, результативним.

Тенденції останніх кількох років в сегменті ІТ показують зростання створення і поширення різноманітних ресурсів для візуалізації та моделювання тих чи інших процесів, часто вони створюються за принципом хмарних технологій і використовують мережу інтернет.

Серед них присутні розробки, які реалізують віртуальні лабораторні роботи. За деякими з них можна знайти ресурси, які можна використовувати в дистанційному навчанні, бізнесі, проектуванні та багатьох інших галузях. Наприклад, можна привести такі програмні системи як: LabView, Jmcsad, Absorb Chemistry (/Electronics / Mathematics / Physics / Advanced Physics), Crocodile Mathematics, Yenka Technology (Science / Mathematics / Programming), Discovery Studio Visualizer, Swiss-PdbViewer, ChemLab, OPNET IT Guru, 3D Human Anatomy, MediView, і багато інших.

Таких засобів є величезна кількість, вони охоплюють великий спектр дисциплін. Багато з них є найпотужнішими засобами для проведення віртуальних лабораторних дослідів, бізнес-аналізу, моделювання складних процесів.

Однак, в більшості прикладів такі засоби коштують дуже дорого а поріг входження до роботи з програмою є дуже високим і потребує спеціальних знань. Більшість з них дають змогу виконати розрахунки і побудувати моделі але не візуалізують процеси моделювання достатньо для розуміння того, що відбувається. Також іноді якість реалізації не завжди задовольняє користувача.

Зрозуміло, що комп'ютерна технологія ніколи не замінить зв'язок між учнями, але вона допомагає підтримувати потенціал їх спільного прагнення до нових ресурсів та підходить для використання в різних навчальних ситуаціях.

Розробка і створення віртуальних лабораторій обумовлені, в першу чергу, розвитком дистанційної освіти. Проте, існує ряд дисциплін, в яких лабораторні дослідження мають на увазі значні витрати освітніх установ на обладнання, інструменти, заготовки та інше. До того ж, як показує практика, далеко не завжди учні можуть з першого разу, після теоретичної підготовки, правильно виконати лабораторну роботу.

Часто для вдалого результату потрібно провести експеримент кілька разів, що не завжди вдасться зробити. Віртуальні лабораторії також використовуються у випадках, коли експеримент відбувається в незручному масштабі простору і часу, неможливий, неповторний, ненаглядний і так далі.

У цих випадках подібні лабораторії стають необхідністю, щоб з меншими витратами дати можливість проводити навчальний процес, або ж дозволять економити кошти, навчаючи учнів спочатку на спеціальних віртуальних тренажерах, щоб потім вдало виконати будь-які експерименти.

При проведенні уроку з використанням віртуальних ресурсів потрібно дотримуватися основних принципів дидактики - наочність, що забезпечує оптимальне засвоєння матеріалу учнями, підвищує емоційне сприйняття і розвиває всі види мислення в учнів.

Віртуальні засоби навчання є одним з найсучасніших засобів, використовуваних для навчання на уроках.

1.1. Віртуальні лабораторії – сутність, переваги та недоліки використання

Сучасні тенденції розвитку освітньої системи припускають впровадження комп'ютерних технологій у навчальний процес, стимулюють

появу віртуального навчання, віртуальних лабораторій, які сприяють формуванню самостійної, творчо розвиненої особистості.

За визначенням В.В. Трухіна, віртуальна лабораторія «являє собою програмно-апаратний комплекс, що дозволяє проводити дослідження без безпосереднього контакту з реальною установкою або при повній відсутності такої. У першому випадку ми маємо справу з так званою лабораторною установкою з віддаленим доступом, до складу якої входить реальна лабораторія, програмно-апаратне забезпечення для управління установкою і отриманих даних, а також засоби комунікації. У другому випадку всі процеси моделюються за допомогою комп'ютера» [2].

За Е.А. Козловським і М. Кравцовим, віртуальна лабораторія - це віртуальне програмне середовище, в якій організована можливість проведення досліджень моделей об'єктів, їх сукупностей і похідних, заданих з певною часткою деталізації щодо реальних об'єктів, в рамках певної галузі знань [3].

Також, підходами до визначення віртуальна лабораторія займалися такі вчені, як Т. Підгірна, І.Б. Галелюка, Т.А. Клименко, Т.М. Гранкіна, Т.І. Нарожна, М.Н. Морозов, А. Alexiou, Ch. Bouras [2].

У століття сучасних інформаційних і комунікаційних технологій необхідність таких віртуальних лабораторій обумовлена в першу чергу підвищенням якості освіти.

Основними **перевагами** віртуальних лабораторій є:

- Не потрібно купувати дороге обладнання. В багатьох лабораторіях встановлено старе обладнання, яке може давати не точні результати дослідів та бути небезпечними для учнів. Крім того, в таких предметах як, наприклад, хімія, крім устаткування потрібні також витратні матеріали (реактиви), вартість яких досить висока. Зрозуміло, комп'ютерне обладнання та програмне забезпечення також коштує недешево, проте універсальність комп'ютерної техніки і її широке розповсюдження компенсують цей недолік.

- Можливість моделювання процесів, протікання яких принципово неможливо в лабораторних умовах. Сучасні комп'ютерні технології дозволять спостерігати процеси, важко розробити в реальних умовах без застосування додаткової техніки, наприклад, через малі розміри спостережуваних частинок.
- Можливість регулювати тривалість експерименту, бо багато з них проходять за частки секунд або, навпаки, тривають протягом декількох років.
- Безпечна робота, наприклад, з високими напруженнями або хімічними речовинами.
- В зв'язку з тим, що управлінням віртуального процесу займається комп'ютер, є можливість проводити один й той самий дослід з різними значеннями вхідних параметрів, що дає змогу визначити залежність вихідних параметрів від вхідних.
- Економія часу і ресурсів для введення результатів в електронний формат. Деякі роботи вимагають подальшої обробки і введення багатьох результатів отриманих цифрових даних отриманих цифрових даних, які виконуються на комп'ютері після проведення серії експериментів. І інколи це займає дуже багато часу, а у віртуальній лабораторії цей крок відсутній, так як дані можуть заноситися в електронну таблицю результатів безпосередньо при виконанні дослідів експериментатором або автоматично. Таким чином, економиться час і значно зменшується відсоток можливих помилок.
- Можливості використання віртуальної лабораторії в дистанційному навчанні, коли в принципі відсутня проводити експериментальні роботи.

Підкреслюючи переваги віртуальної лабораторії, К. І. Богатиренко вважає, що це засіб, який «істотно дозволяє скоротити час на розробку

методичних матеріалів і приділити основну увагу методам досліджуваної теорії та аналізу одержуваних результатів» [1].

Вивчення педагогічної літератури з даної проблеми також дозволяє відзначити, що віртуальна інформаційно-освітня лабораторія [5]:

- використовується як ефективний інструмент навчання, не замінюючи при цьому викладача в навчальному процесі для отримання знань з елементами самонавчання та самоконтролю;
- поєднує в собі переваги хорошого підручника з можливостями комп'ютера, що забезпечується можливістю зберігання великих обсягів інформації, наочністю, поєднанням текстової, графічної, аудіо- та відеоінформації.

Практичні заняття, в ході яких учень виконує практичні навички на створеній розробниками курсу або зробленій ним самим віртуальній установці, готує пацієнта до обстеження, допомагає лікарю під час проведення маніпуляції, після чого здійснюється комп'ютерна перевірка відповіді, є типовим прикладом перспективного використання віртуальних інформаційно-освітніх лабораторій в комплексі з іншими засобами навчання.

До недоліків віртуальних лабораторій можна віднести:

- Відсутність можливості взяти безпосередньо участь у експериментах. Жодна віртуальна лабораторія не навчить учня правильно тримати пробірку доки він сам її не візьме в руки. Або підготувати фахівця, який бачив технічні об'єкти тільки на екрані комп'ютера. Наприклад, хто захоче піти до хірурга, який раніше практикувався тільки на комп'ютері?
- Відсутність зворотного зв'язку між учителем і учнем. Учень самостійно проводить експеримент та аналізує результати, але потім є можливість обговорити отримані результати з вчителем та зробити висновок.

- Складність реалізації програмного комплексу. Під час створення лабораторії неможливо передбачити наявність або відсутність домішок у реактивах, сторонній вплив та багато інших факторів, що суттєво впливають на результат експерименту. Як приклад — відкриття пеніциліну Флемінгом як би він закрив вікно, можливо, людство б досі не знало що таке антибіотики.

Отже, самим розумним рішенням буде поєднати впровадження традиційних та віртуальних лабораторних робіт в освітньому процесі з урахуванням всіх переваг та недоліків.

Методично правильна організована робота школярів у віртуальній лабораторії сприяє глибшого формування експериментальних умінь і навичок, ніж аналогічний демонстраційний експеримент. Використання такого освітнього ресурсу як «Віртуальна лабораторія» дозволяє здійснювати системно-діяльнісного підходу в навчанні, а також сформувати інформаційно-комунікативні компетенції учнів і компетентності в сфері самостійної, пізнавальної діяльності, а саме [2]:

- зробити урок більш цікавим, наочним;
- залучити учнів в активну пізнавальну і дослідницьку діяльність;
- сприяє прагненню учнів реалізовувати себе, проявляти свої можливості;
- працювати в інтерактивному режимі;
- візуалізувати навчальну інформацію;
- здійснювати контроль, самоконтроль і самокоррекцію;
- проводити лабораторні та практичні роботи в умовах імітації.

Віртуальна лабораторія представляє собою інтерактивний програмний модуль, покликаний реалізувати перехід від інформаційно-ілюстративної функції цифрових джерел до функції інструментально-діяльнісної і пошукової, як сприяє розвитку критичного мислення, вироблення навичок і умінь практичного використання одержуваної інформації [1].

Віртуальні лабораторії призначені для:

- Для підготовки до реальних лабораторних робіт.
- Для шкільних занять, якщо відсутні відповідні умови, матеріали, реактиви та обладнання.
- Для дистанційного навчання.
- Для самостійного вивчення дисциплін в дорослому віці або разом з дітьми, оскільки багато дорослих з тих чи інших причин відчують потребу «згадати» те, що так і не було вивчено або зрозуміле в школі.
- Для наукової роботи.
- Для вищої освіти з важливою практичною складовою.

1.2. Використання віртуальних лабораторій в навчальному процесі

Оскільки впровадження комп'ютерних технологій у навчання - об'єктивний і неминучий процес, що є результатом науково-технічного прогресу, то проблема віртуалізації навчання як одного із способів такого впровадження є дійсно актуальною.

Віртуальні лабораторії, що дозволяють моделювати поведінку об'єктів реального світу в комп'ютерному освітньому середовищі і які допомагають учням сприймати в самостійному оволодінні нові знання та вміння.

Віртуальне уявлення лабораторних робіт сприймається як низка яскравих образів, анімації. Це допомагає візуалізувати те, що важко уявити. Також можна спостерігати за будь-якими явищами, дослідами. Такий урок дозволяє отримувати інформацію відразу в декількох видах, та крім цього викладач зможе посилити емоційний вплив на учня.

А також експериментально встановлено, що при усному викладі матеріалу учень за хвилину сприймає і здатний переробити до 1 тисячі умовних одиниць інформації, а при підключенні органів зору до 100 тисяч таких одиниць [14].

Застосування віртуальних ресурсів на уроках - це потужний стимул у навчанні. Одним з таких прикладів є віртуальні лабораторії, які відіграють велику роль в освітньому процесі. Вони не замінюють викладача і підручники фізики, а створюють сучасні, нові можливості для засвоєння матеріалу: підвищується наочність, розширюються можливості демонстрації дослідів, які важко або неможливо поставити в навчальному закладі [5].

Поєднання віртуальної і реальної дійсності змушує людину широко застосовувати довідкову та наукову літературу, привчає самостійно мислити і приймати рішення, стимулює до самоосвіти і дозволяє розкрити їхні творчі можливості. Моделювання електронних пристроїв в комп'ютерному класі або вдома і візуалізація результатів у вигляді осцилограм, графіків, характеристик, показань віртуальних приладів сприяє кращому розумінню принципів функціонування реальних схем управління і контролю технологічними процесами виробництва.

Експерименти на моделях доповнюють і розширюють реальні фізичні експерименти, дозволяють досліджувати аварійні режими, неприпустимі при натуральних випробувальних пристроях, уповільнити або прискорити розвиток процесів в пристроях, що дозволяє більш глибоко засвоїти принципи їх роботи. Також слід зазначити економічну ефективність застосування імітаційно-моделюючих програмних засобів. Робота в віртуальній лабораторії дозволяє без великих матеріальних затрат довести до кінця будь-які рішення, вибрати оптимальний шлях, а вже потім втілювати його в життя. Крім того, зміна поколінь електронних компонентів відбувається дуже швидко і вдосконалення фізичної бази лабораторій відстає від реального життя [20].

Розвиток віртуального лабораторного практикуму відбувається в основному за двома напрямками – так звані віртуальні симулятори і дистанційно виконувані лабораторні роботи.

Віртуальні симулятори – це реально виконувані лабораторні роботи, під час яких визначені дані можуть бути занесені до пам'яті персонального комп'ютера та дистанційно опрацьовані на віртуально представленій комп'ютером засобі [10].

Це так званий тренажер – інструмент, що імітує експерименти, демонстрації чи процеси. Однією з головних особливостей віртуальних симуляторів є їх інтерактивні можливості.

Інтерактивне моделювання набуває все більшого значення як засіб для вивчення і розуміння складних ідей. Інтерактивні тренажери можуть бути реалізовані при поєднанні комп'ютерів, графіки з високою чіткістю та програмних засобів [7].

При виконанні віртуальної лабораторної роботи у дослідника створюється ілюзія роботи на реальному обладнанні. Причому «експериментальні» значення вимірюваних величин визначаються самостійно на реальних установках певної роботи. Ці дані заносяться та відображаються у вигляді графіків або таблиць. Використання віртуальної лабораторії може відбуватись як самостійно дослідником, так і в умовах взаємодії з керівником через систему дистанційного навчання при виконанні певних завдань.

Дистанційно виконувані лабораторні роботи мають принципову відмінність від віртуальних симуляторів. Якщо при виконанні лабораторної роботи за допомогою віртуального симулятора дослідник має можливість тільки навчатися, тобто отримувати навчальну інформацію як заздалегідь відомі результати, то виконувані лабораторні роботи являють собою автоматизовану лабораторну роботу з дистанційним керуванням. Тому основним завданням при організації віртуальних робіт є автоматизація процесу вимірювання [7].

Віртуальні лабораторні роботи дають можливість отримувати реальні умови для виконання експериментальних завдань, порівнювати виміряні дані експерименту із сучасним фізичним експериментом, який проведено на

дорогому науково-дослідному обладнанні, і таким чином засвоювати нові інформаційні технології.

Аналіз та вивчення наявних віртуальних лабораторій в інформаційному середовищі дають змогу зробити наступні висновки[4]:

- віртуальні лабораторії як наочний засіб навчання фізики та інших предметів мають багато можливостей та великі перспективи для застосування в навчально-виховному процесі;
- віртуальні лабораторії дають змогу учням безпосередньо брати участь у віртуальному експерименті, змінювати параметри експерименту, таким чином підвищують рівень активації та інтелектуалізації навчального процесу.

Віртуальні лабораторні роботи можуть використовуватися як у навчальних закладах, так і в навчальних центрах різних організацій. Такі лабораторні роботи значно підвищують ефективність навчального процесу і надають широкі можливості для формування та вдосконалення професійних навичок та інтуїції, а також розвивають творчі здібності учнів. Процес виконання віртуальних лабораторних робіт практично ідентичний виконанню лабораторних робіт в реальних умовах. Використовується обладнання, допоміжні засоби та реактиви, аналогічні реальним. І практично єдина відмінність віртуальних лабораторних робіт від реальних, це те, що виконуються вони на комп'ютері.

Таким чином, віртуальний процес в умовах сучасної освіти спрямований на використання багатого педагогічного потенціалу традиційного навчання за умови перенесення його на новий рівень — віртуальних комп'ютерних технологій.

Крім того, при вивченні нових галузей знання через навчальне моделювання в умовах віртуальної інформаційно-освітньої лабораторії у учнів активізується самостійна діяльність у пізнанні нових навичок, формується вміння самостійно знаходити варіанти вирішення виникаючих у

процесі життєдіяльності завдань, готовність застосовувати отримані знання на практиці.

Отже, використання віртуальних лабораторій, що сприяє розвитку самостійності учнів, є невід'ємною частиною успіху в стратегії впровадження електронного освітнього комп'ютерного продукту.

1.3. Види комп'ютерних лабораторій

В даний час створено безліч електронних засобів навчального процесу, починаючи від звичайного тексту, який зараз є в електронному вигляді, і закінчуючи програмами з різним рівнем інтерактивності, які відрізняються за різними параметрами.

Сучасні засоби візуалізації та високий ступінь інтерактивності дозволяють детально вивчити будь-який процес.

Слід зазначити, що необхідно розрізняти поняття «віртуальної комп'ютерної лабораторії» і «віртуальної віддаленої лабораторії». Зараз ці два поняття називають – віртуальна лабораторія, але це не правильно і в них велика різниця.

Основою **віртуальної комп'ютерної лабораторії** становить комп'ютерна програма або пов'язаний комплекс програм, який здійснює комп'ютерне моделювання деяких процесів.

Під **віртуальною віддаленою лабораторією** або лабораторією для спільної віддаленої роботи розуміють мережеву організаційну структуру декількох груп вчених, що належать до різних наукових центрів і пов'язаних між собою відносинами взаємовигідного співробітництва, завдяки мережі Інтернет [15].

Опираючись на проведеному аналізі існуючих програм можна виділити окремі види комп'ютерних лабораторій і близьких до них програм.

Виділено три **види програм**, між якими існують якісні відмінності.

1) Інтерактивні демонстрації

У більшості випадків демонстраційні програми не є комп'ютерними лабораторіями, так як не містять достатньо елементів інтерактивності, але можуть успішно виконувати функції по показу проведення експериментів.

Можуть базуватися на статичних, анімаційних чи відео - складових і дозволяють показати на екрані комп'ютера відеозапису явищ і дослідів або їх імітацію.

Користувач отримує можливість управляти переглядом протікання процесу в різному темпі часу або по кроках, але не може втручатися в хід процесу і вплинути на його результат.

Найчастіше такі програми є частиною електронних підручників як допоміжний засіб для сприйняття навчального матеріалу [6]. Як приклад таких програм можна привести інтерактивні демонстрації, що входять до склад освітніх продуктів, розроблених компанією «Физикон». Це освітній онлайн-сервіс для планування і проведення уроків з використанням електронних освітніх ресурсів. Відмінною особливістю сервісу є «прив'язка» електронних освітніх ресурсів до уроків, тематичних планів, основних підручників.

Сервіс містить незрівнянно більший обсяг цифрового контенту, ніж у російських аналогів. Високий рівень інтерактивності і різноманітність типів електронних освітніх ресурсів допомагають освоювати шкільну програму в ненудної формі.

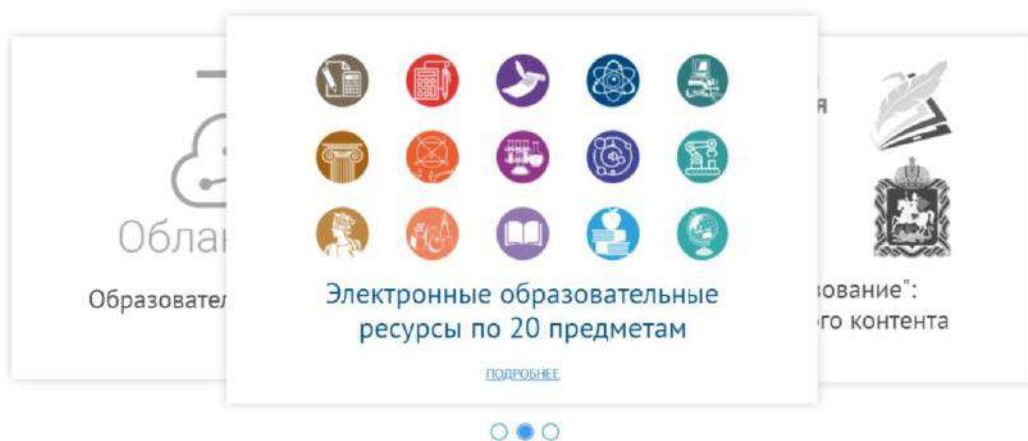


Рис. 1.1. Головна сторінка лабораторії «Физикон»

Вид інтерактивних демонстрацій можна, в свою чергу, розділити на два підвиди.

1.1) Відео інтерактивні демонстрації

Один з найпростіших способів отримання рухомого зображення на комп'ютері є зйомка реальних об'єктів на відеокамеру. Можливості перегляду стандартні для програм перегляду відео. Застосування доцільно для показу реальних експериментів.

Мінусом є великий обсяг одержуваного файлу.

1.2) Анімаційні інтерактивні демонстрації

Анімаційна інтерактивна демонстрація представлена у вигляді послідовності заздалегідь сформованих кадрів. Надають користувачеві можливість управління переглядом тільки у вигляді команд «Старт» і «Скидання».

Кадри, як правило, представлені у вигляді растрових зображень, і відрізняються від відео інтерактивної демонстрації тільки наявністю власної панелі управління. Як для прикладу представлена віртуальна лабораторія «MyPhysicsLab» (рис 2).

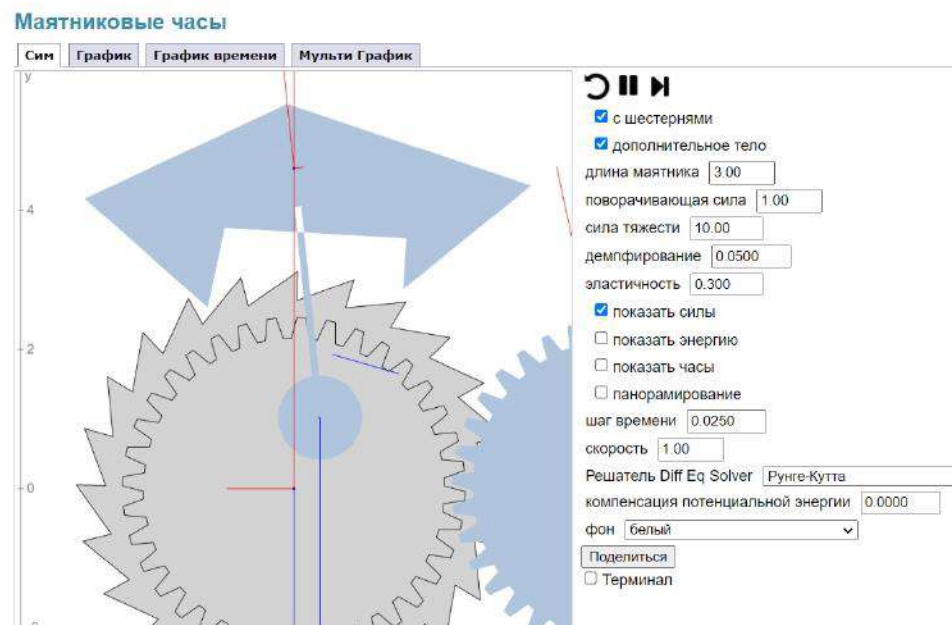


Рис. 1.2. Пример программы «MyPhysicsLab»

На відміну від відео, дозволяють візуалізувати процеси, недоступні для зйомки з допомогою відеокамери

1.3) Моделюються інтерактивні демонстрації

В основі модельованих інтерактивних демонстрацій знаходиться математичний опис поведінки зображуваних об'єктів. Це дозволяє відображати на дисплеї не фіксовану послідовність кадрів, а зображення, яке залежить від дій користувача [21].

Користувач може вибирати точку огляду, управляти поворотом зображення, керувати кількістю відображуваних об'єктів. Більшість об'єктів написані математичними формулами і є векторними. Може використовуватися також комбінування векторних і растрових елементів. Більшість інтерактивних демонстрацій реалізовано у вигляді комп'ютерних програм.

Мінусами такого підходу є прив'язка до платформи і операційній системі комп'ютера і складність використання в on-line.

Хорошим варіантом для створення інтерактивних демонстрацій, позбавлених цих недоліків, є використання технології Macromedia Flash.- мультимедійна та програмна платформа використовується для авторської розробки векторної графіки, анімації, ігор і насичених інтернет-застосунків, які можна переглядати, програвати чи виконувати в Adobe Flash Player [22].

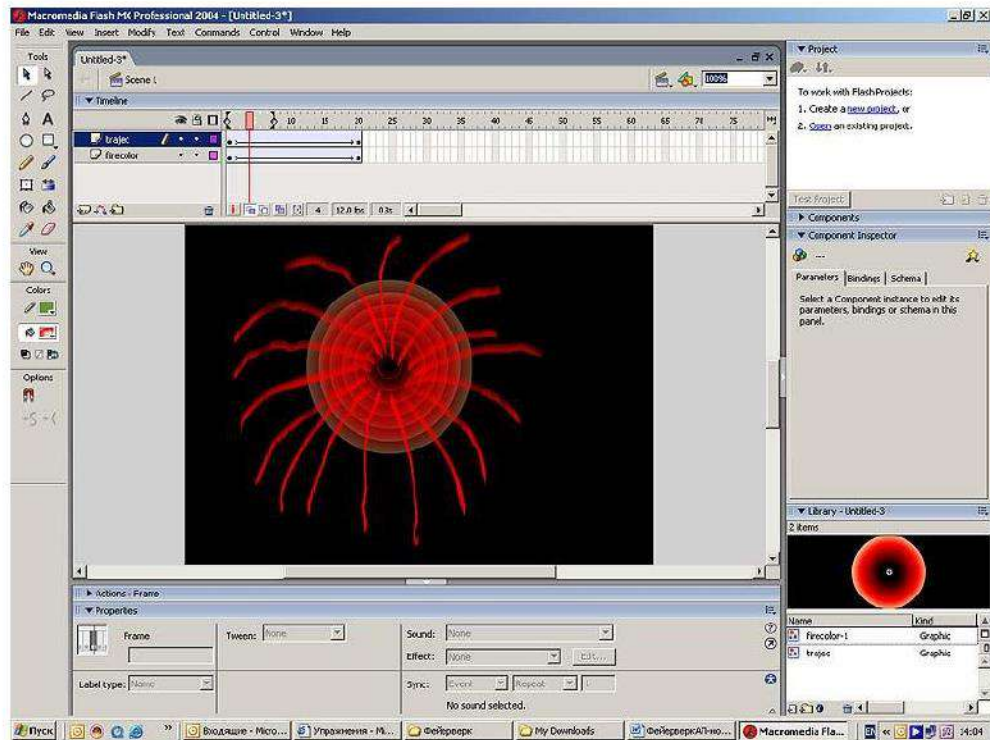


Рис. 1.3. Приклад роботи в програмі Macromedia Flash

Крім того, використання цієї технології дозволяє істотно знизити трудомісткість створення інтерактивних демонстрацій, надаючи при це великі потенційні можливості.

2. Прості моделі

Найчастіший вид - проста модель вона являє собою модель однієї лабораторної роботи. Об'єднані за певною ознакою, такі моделі являють собою набір лабораторних робіт, які є повноцінної віртуальної комп'ютерної лабораторії.

Такий вид моделей поширений, оскільки є відносно простим в створенні, та розглядається як один нескладний процес, описуваний однією або двома математичними формулами. Оскільки лабораторні роботи можуть створюватися незалежно різними програмістами, то більшість невеликих проектів є результатом виконання курсових і дипломних робіт.

3. Універсальні лабораторії

Універсальні комп'ютерні лабораторії є складними моделюючими системами, в основі функціонування яких лежить потужний математичний

апарат. Універсальність таких систем забезпечується системним підходом до моделювання та розробці моделей.

Такі віртуальні комп'ютерні лабораторії можуть бути близькі за своїми можливостям до програм, що використовуються для реальних наукових або виробничих розрахунків.

Особливістю універсальних лабораторій є яскраво виражений компонентний підхід і просунуті засоби - виведення, обробки та збереження результатів моделювання: графіки, різні види таблиць і вибірок результатів.

Розробка універсальних лабораторій ведеться групами досвідчених програмістів, при створенні моделюючої системи наукового або виробничого призначення.

Перевагами універсальних комп'ютерних лабораторій є:

- простота масштабування: до складу універсальних лабораторій входять засоби по додаванню нових компонентів;
- можливість об'єднання компонентів для побудови великої кількості моделей різних експериментів

3.1) Універсальні лабораторії для класу явищ

Як правило, в одній лабораторії буває досить охопити лише один клас явищ, наприклад: оптику, електричні ланцюги, закони руху, хімічні процеси.

Прикладами таких віртуальних комп'ютерних лабораторій є ChemLab for Windows від Model Science Software, фірми, що займається розробкою віртуальних комп'ютерних лабораторій для застосування в навчальному процесі [19].

Це унікальний продукт, що включає інтерактивне моделювання і робочий простір лабораторної записної книжки з окремими областями для теорії, процедур і спостережень студентів. Зазвичай використовується лабораторне обладнання і процедури використовуються для моделювання етапів виконання експерименту. Користувачі проходять фактичну

лабораторну процедуру, взаємодіючи з анімованим обладнанням, аналогічно реальній лабораторній роботі.

ChemLab поставляється з рядом попередньо розроблених лабораторних експериментів з загальної хімії на рівні середньої школи і коледжу. Користувачі можуть розширити вихідний лабораторний набір, використовуючи інструменти розробки ChemLab LabWizard, що дозволяє викладачам розробляти лабораторні симуляції для конкретних навчальних програм. Ці розроблені користувачем моделі об'єднують як текстові інструкції, так і моделювання в один розповсюджуваний файл [19].

База даних лабораторії дозволяє вводити опису нових речовин і реакцій, створювати нові лабораторні роботи в режимі конструктора.



Рис. 1.4. Зовнішній вигляд ChemLab for Windows від Model Science Software

3.2) Універсальні лабораторії для явищ різної природи

Універсальними є комп'ютерні лабораторії, в можливості яких закладено використання в одному експерименті явищ різної природи.

Прикладами лабораторій цього виду є Crocodile Physics від Crocodile Clips Ltd, фірми, це потужний, але простий у використанні симулятор, який дозволяє моделювати ряд моделей електрики, руху і сил, оптики і хвиль. Просто перетягніть частини з панелей інструментів збоку від екрана і

переміщайте або розташовуйте їх на свій розсуд; вони відразу починають моделювати [18].

Більшість частин моделювання можна налаштувати. Наприклад, змінити масу і еластичність кулі, фокусну відстань лінзи або фазовий зсув джерела змінного струму. Така особливість лабораторії означає, що ви ніколи не вичерпаєте можливості Crocodile Physics. Ви можете змінювати параметри, щоб проілюструвати поведінку різних матеріалів, вплив зміни умов, перетворення енергії і багато іншого.

Комплекти уроків також пропонують безліч реальних контекстів для ваших симуляцій - наприклад, енергію в будинку або роботу реальних пристроїв, таких як камери, або пояснення різних фізичних явищ.

В цій лабораторії також можна дозволити своїм учням експериментувати за допомогою симулятора, надавши їм безпечну і просту у використанні віртуальну лабораторію. Це дозволить їм вивчати реакції, які неможливі або неможливі в реальному житті. Це також дуже корисно в якості підготовки до практичної роботи, пропонуючи «ідеальний світ», вільний від експериментальних помилок, для порівняння з реальним експериментом.

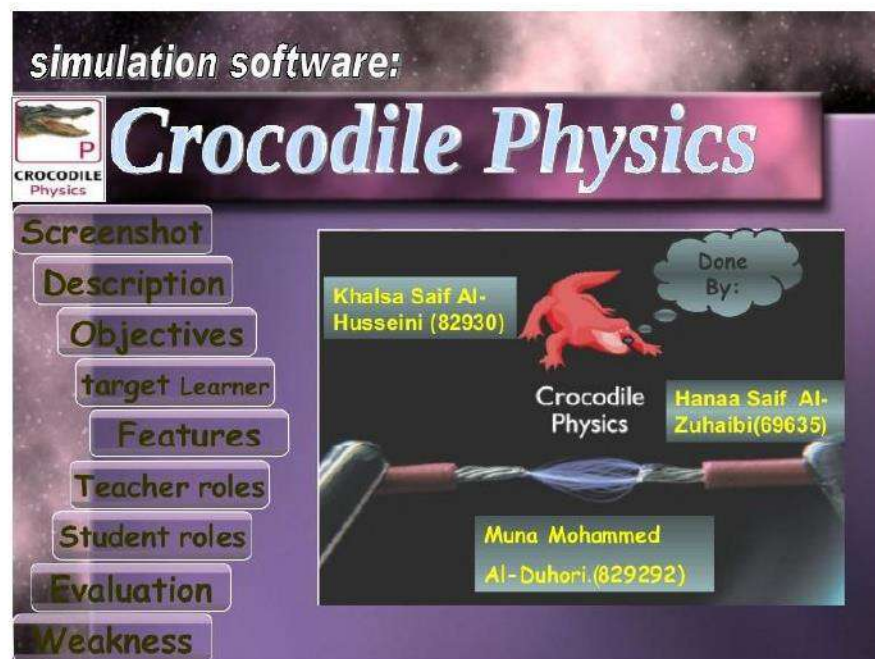


Рис. 1.5. Головна сторінка програми Crocodile Physics

Слід зазначити, що повноцінна навчальна комп'ютерна лабораторія повинна включати в себе крім моделює частини також теоретичний матеріал і методичні вказівки по проведенню лабораторних робіт.

Віртуальні лабораторії, як правило, не є заміною реальної лабораторної установки, але можуть бути дуже корисним інструментом високоякісної підготовки учнів до інтенсивного виконання реальної роботи

1.4 Огляд віртуальних лабораторій

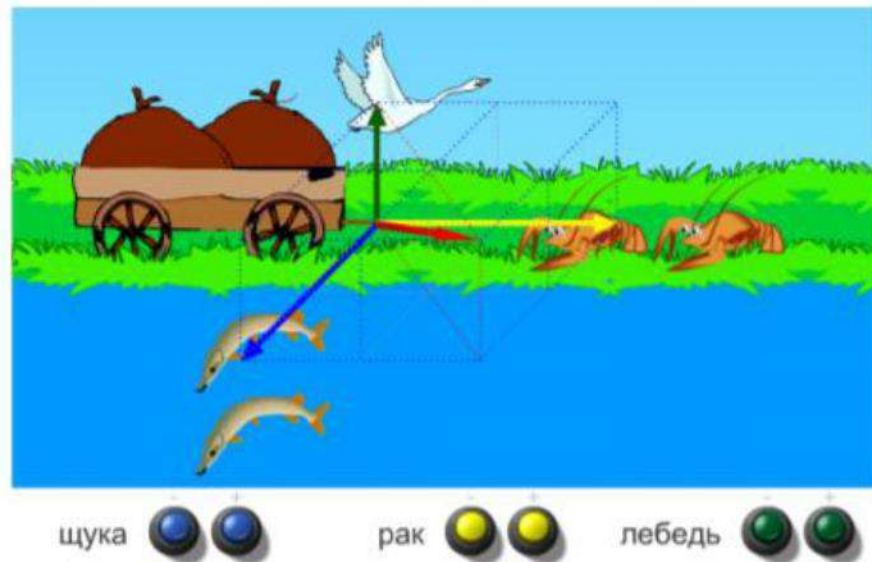
На сьогодні, в школах почали з'являтися більш сучасні інструменти для дослідження фізичних явищ та процесів. Здебільшого це відноситься до предметів фізико-математичного профілю, адже застарілі лабораторні установки, пристрої вимірювання фізичних величин давно вже повинні бути оновлені, а, як відомо, не кожний навчальний заклад має такі можливості на оновлення. І зрештою вже у багатьох школах країни впроваджують лабораторні роботи з використанням віртуальних або цифрових лабораторій.

Вважаємо, що більше уваги все ж таки треба приділити цифровим фізичним лабораторіям. Адже в них нікуди не зникла необхідність робити виміри руками дослідника, в той час як у віртуальних лабораторіях навіть ці виміри робить замість дослідника комп'ютер. А підрахунки можна і визначити автоматично у спеціальних програмах. Вибір цифрових лабораторій для дослідів та експериментів є індивідуальним для кожного, оскільки вони відрізняються певними властивостями

Сьогодні налічується велика кількість віртуальних фізичних лабораторій. Їх можна розділити на три групи за рівнем управління користувачем їх функціонування [6]:

Програми для візуалізації дослідів з встановленням деяких параметрів його проходження. Наприклад, до таких програм відноситься VirtuLab, розробник Віртуальна лабораторія «ВіртуЛаб» (веб-адреса сайту

www.virtulab.net), за допомогою програми можна змінювати деякі параметри течії дослідів і бачити зміни, що відбуваються в залежності від встановлених параметрів (рис. 6).



*Рис. 1.6. Приклад віртуальної лабораторної роботи на сайті «ВіртуЛаб»
«Додавання сил, спрямованих під кутом»*

Програми для моделювання окремого класу дослідів. Наприклад, до таких програм відноситься PhET Interactive Simulations, розробник University of Colorado (Веб-адреса сайту <http://phet.colorado.edu>).

Програма складається з модулів, за допомогою яких відбувається моделювання окремих дослідів з встановленням різних параметрів їх перебігу і вибору інструментарію для їх проведення (рис. 7).

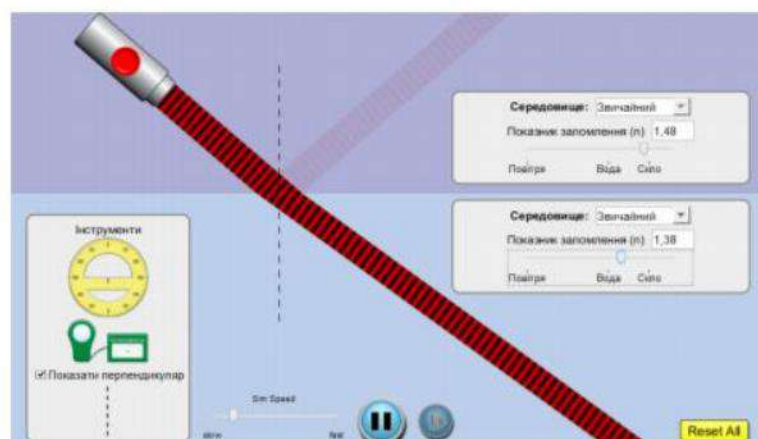
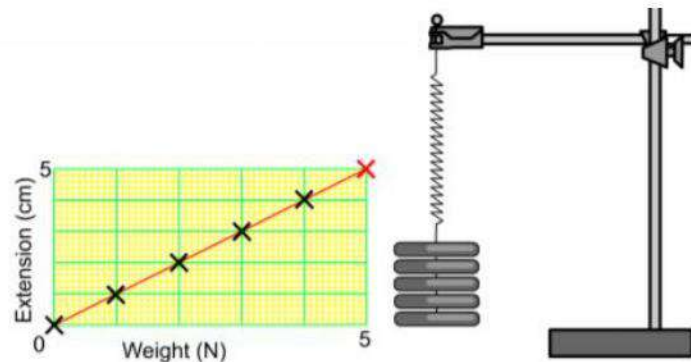


Рис. 1.7. Віртуальна лабораторна робота на сайті «PhET»

Програми для моделювання роботи лабораторії - складні системи, в основі функціонування яких лежить потужний математичний апарат. Істотною відмінністю програм даної групи є те, що користувач може додавати моделювання нових дослідів з встановленням параметрів їх проходження. Програми даної групи можна поділити на дві підгрупи: програми для моделювання явищ різної природи і програми для моделювання класу явищ. Прикладом програми, що відноситься до першої підгрупи, є комерційна програма Yenka (рис. 8), розробник CrocodileClipsLtd



*Рис.1.8. Віртуальна лабораторна робота на сайті «Yenka»
«Експериментальне дослідження закону Гука»,*

Прикладом програми, що відноситься до другої підгрупи програм, є вільно поширювана програма Virtual Chemistry Laboratory. Віртуальна хімічна лабораторія розроблена і підтримується в рамках theChemCollective / Iridium Project університету Карнегі-Меллона, веб-адреса сайту <http://chemcollective.org/applets/vlab.php>

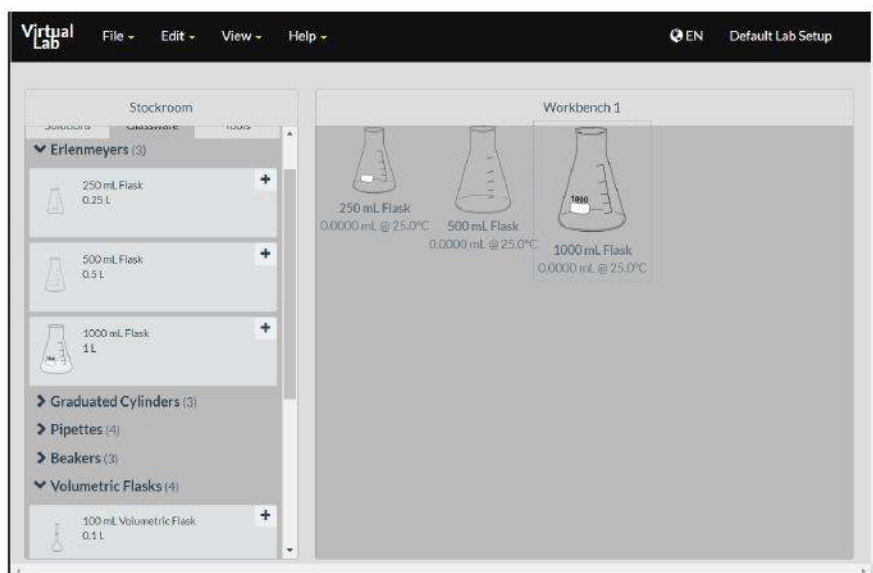


Рис 1.9.Віртуальна лабораторна робота на сайті «Virtual Chemistry Laboratory» «Створення хімічного дослідження»

Методична підготовка майбутнього вчителя до роботи відбувається під час вивчення таких дисциплін як педагогіка, методика навчання, комп'ютерно орієнтовані системи навчання. Тому для підготовки майбутнього вчителя до педагогічно-виваженого застосування віртуальних лабораторій в навчальному процесі можна запропонувати таке завдання: проаналізувати умови інтелектуального розвитку учня та запропонувати приклади завдань з використанням віртуальних лабораторій щодо розвитку інтелекту учня [8].

Як показує аналіз програмного забезпечення за схемою технічного моделювання на етапі початкового освоєння методів автоматизованого проектування і на етапах проведення пошуково-дослідницьких робіт учнів за допомогою вчителя педагогічних і технічних навчальних закладів доцільно розглянути можливість використання прикладних пакетів проектування або віртуальні лабораторії при вивченні спецкурсів «Основи сучасної електроніки», «Радіотехніка», «Інформаційні системи» - Electronics Workbench, LabVIEW, NI Multisim [12].

Зазначені віртуальні лабораторії мають досить широкі можливості і використовуються для вивчення і аналізу складних електронних схем, наприклад, при моделюванні різних статистичних та динамічних режимів роботи: напівпровідникових приладів - діодів, транзисторів, і на їх основі різних функціональних вузлів - аналогових і цифрових пристроїв.

Давайте конкретніше розглянемо одну з них, наприклад LabVIEW (Лабораторія віртуальних інструментальних засобів - це графічна мова програмування, яка використовує значки замість рядків тексту для створення додатків) компанії National Instruments, яка дає можливість створювати вимірювальні комплекси й системи автоматизації керування на базі віртуальних приладів [13].

На відміну від текстових мов програмування, які використовують інструкції для визначення порядку виконання програми, LabVIEW використовує програмування потоку даних. У програмуванні потоку даних потік даних через вузли на блок-діаграмі визначає порядок виконання VI і функцій. ВП або віртуальні інструменти - це програми LabVIEW, що імітують фізичні інструменти.

У LabVIEW користувач створює користувальницький інтерфейс, використовуючи набір інструментів і об'єктів.

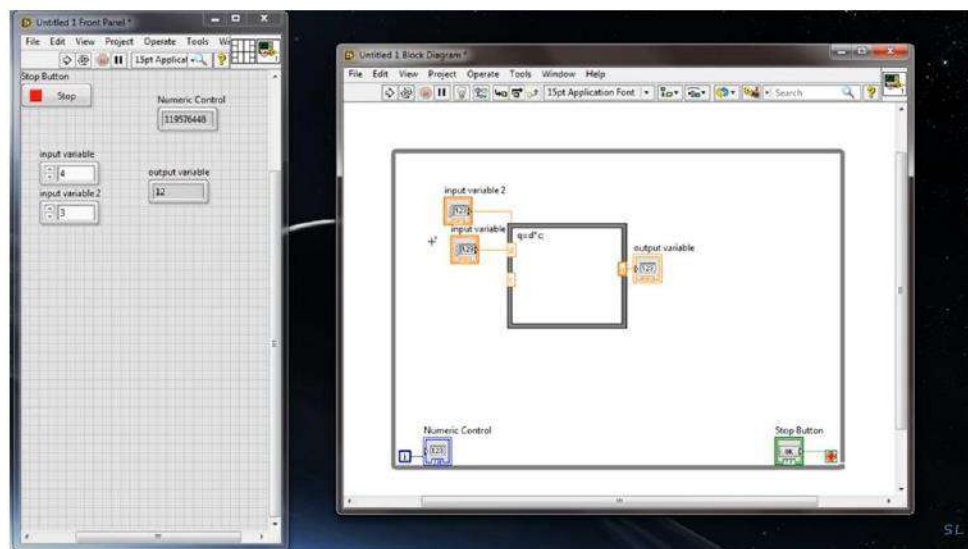


Рис. 1.10. Приклад роботи лабораторії «LabVIEW»

Технічно віртуальна лабораторна робота являє собою комплексний ресурс, який включає:

- 1) власне віртуальну лабораторію як комп'ютерну програму, що моделює основні етапи виконання лабораторної роботи;
- 2) набір віртуальних елементів і обладнання;
- 3) методичні вказівки, містять теоретичні відомості, конкретні завдання, порядок виконання роботи, вимоги до звіту.

Віртуальна лабораторна робота заміняє (повністю або на певних етапах) реальний об'єкт дослідження, дозволяє гарантовано отримати результати дослідів, уникнути нанесення шкоди досліднику, сфокусувати увагу на ключових сторонах досліджуваного явища, скоротити час проведення експерименту.

Роботи такого виду можна виконувати як повністю на комп'ютері, так і за допомогою лабораторного обладнання.

Як показує практика, використання віртуальних лабораторій в навчальному процесі дозволяє з одного боку надати можливість досліднику провести експерименти з обладнанням і матеріалом, відсутнім в реальній лабораторії навчального закладу, отримати практичні навички проведення експериментів, ознайомитися детально з комп'ютерною моделлю досліджуваного об'єкта, досліджувати процеси і явища, що відбуваються в реальному світі не побоюючись за можливі наслідки.

З іншого боку, підключення наявного лабораторного обладнання та приладів до комп'ютера в рамках віртуальної лабораторії дозволяє перевести традиційну лабораторію на новий рівень технологій, відповідний сьогоднішньому рівню розвитку науки і техніки.

РОЗДІЛ II. ВІРТУАЛЬНІ ЛАБОРАТОРІЇ ЯК ЗАСІБ НАВЧАННЯ

2.1. Засоби для створення віртуальних лабораторій

Традиційно навчальні лабораторії оснащуються певним набором технічних засобів, що дозволяють проводити найпростіші досліди. Тому для більшої наочності начального процесу використовуються наступні засоби: відеофільми, комп'ютерні моделі процесів, експериментальні моделі технологічних апаратів, математичні моделі процесів, досліди на реальному технологічному об'єкті.

Відзняті на виробництві відеофільми демонструють роботу устаткування, технологічних ліній. Для демонстрації процесів, важких для сприйняття й теоретичного аналізу, використовується моделювання фундаментальних завдань за допомогою комп'ютерних моделей, що потребує значних вкладень в закордонні ліцензійні програми.

Віртуальна лабораторія є інформаційним джерелом складної структури. Вона надає учневі комплекс завдань предметної галузі, віртуальні інструменти для формалізації та інтерпретації. умови завдання, засоби її вирішення; вчителю – засоби для контролю над діями учнів, додавання власних завдань до наявного комплексу, проведення діагностики

Побудови віртуальної лабораторії з інформатики [16]:

1. Принцип інтерактивності, що полягає в організації такого взаємодії користувача з віртуальною лабораторією, за якого комп'ютер повинен бути інтелектуальним помічником. Учня віртуальна лабораторія повинна спрямовувати в процесі вирішення завдання, дозволяючи чи забороняючи ті чи інші види дій; вчитель повинен отримувати всю необхідну інформацію для діагностики рівня сформованості предметної компетенції у конкретного учня та класного колективу в цілому.

2. Принцип інформативного моделювання полягає в необхідності активного використання комп'ютерного моделювання під час вирішення завдань практичного характеру. Дослідження завдання має починатися з побудови моделі. Пошук розв'язання задачі – це робота з вихідними даними моделей. На кожному етапі моделювання віртуальна лабораторія має аналізувати дії учня та видавати відповідні рекомендації.
3. Принцип забезпечення логічного висновку полягає у організації такого алгоритму, виконуючи який віртуальна лабораторія повинна отримувати нову інформацію на основі наявних вихідних даних та відповідно до логіки апарату.
4. Принцип відповідності компонентів предметної компетенції можливостям віртуальної лабораторії полягає в тому, що використання віртуальної лабораторії має бути спрямоване на формування всіх компонент предметної компетенції. Цей принцип визначає вимоги до інструментарію віртуального середовища та спектру діяльності учня щодо застосування цього інструментарію:

При розробці віртуальних лабораторій віддаленого доступу на базі імітаційних моделей і реального устаткування виникає проблема дистанційного керування лабораторним стендом і відображення пульта управління на екрані учня.

Створення комп'ютерних імітаційних моделей починається з початкової ідеалізації представлення про об'єкт і створення на його основі першого варіанта моделі. Робота з моделлю дає можливість з'ясувати, якої інформації про об'єкт бракує, а яка вимагає уточнення.

На основі отриманих даних будується програма наступних емпіричних досліджень об'єкта, результати яких допомагають побудувати інший, уточнений варіант його моделі. За необхідності інтеграційні цикли можуть повторюватися кілька разів. Перевага комп'ютерного моделювання полягає в наявності такої імітаційної моделі, що заміщає природний

експеримент над самим об'єктом, дає можливість замінити його модельним експериментом, у якому модель імітує поведінку об'єкта при різних початкових даних, вихідних параметрах і обмеженнях.

Поведінкою та властивістю об'єктів моделювання як правило керують скрипти, а обробка результатів взаємодії об'єктів відбувається на сервері і відсилається клієнту після обрахування.

Існують конструктори, призначені для створення власних механізмів та дослідів з певним інструментарієм.

STAR

STAR (Software Tools for Academics and Researchers) – програма Массачусетського технологічного інституту (MIT) з розробки віртуальних лабораторій для досліджень та навчання [22].

Діяльність програми полягає у розробці навчальних та дослідницьких додатків із загальної біології, біохімії, генетики, гідрології, в області розподілених обчислень. Більшість програм реалізовані в java або в html. Офіційний сайт програми: <http://star.mit.edu>.

- StarBiochem – 3D-візуалізатор молекул білків. Має гнучку та докладну налаштування. URL: <http://star.mit.edu/biochem/index.html>
- StarGenetics. - дозволяє моделювати процеси схрещування, вивчати закономірності успадкування моногенних ознак (т.зв. закони Менделя). URL: <http://star.mit.edu/genetics/index.html>.
- StarORF. - дозволяє навчитися ідентифікувати так звані відкриті рамки зчитування (англ - ORF - Open Reading Frame) – одиниці у складі ланцюга ДНК або РНК здатні кодувати білок. URL: <http://star.mit.edu/orf/index.html>.
- StarMolSim – це серія інструментів, що моделює процеси молекулярної динаміки. Кожен із інструментів має широкий набір вхідних значень та аналогічно, широкий набір вихідних значень для аналізу та дослідження. URL: <http://star.mit.edu/molsim/index.html>.

- StarBiogene - Набір інструментів генетики. URL: <http://star.mit.edu/biogene/index.html>.
- StarHydro – програмний інструмент для моделювання гідрологічних процесів. (Не вдалося запусити!). URL: <http://star.mit.edu/hydro/index.html>.
- StarCluster - Набір інструментів для створення, налаштування та керування кластерами віртуальних машин на веб-сервісі Amazon's EC2 cloud. URL: <http://star.mit.edu/cluster/index.html>.

Дати оцінку цим віртуальним лабораторіям можуть лише відповідні фахівці, однак можна з певною часткою впевненості стверджувати, що вони відрізняються фундаментальністю, що охоплюють широке коло завдань у певній сфері знань, мають багатим інструментарієм.

VirtuLab

VirtualLab – проект з розробки віртуальних лабораторних робіт для учнів фізики, хімії, біології, екології. Віртуальні лабораторні роботи реалізовані за допомогою технології Flash. Відрізняються вузькою спеціалізацією, здебільшого лінійністю досвіду (вся послідовність дій та результати досвіду задані заздалегідь) [9].

Продукти VirtualLab мають пізнавальну цінність та вирішують завдання проведення лабораторних робіт за відсутності необхідного устаткування.

Сайт проекту VirtuLab: <http://www.virtulab.net/>

2D симулятор Algodoo

Algodoo - безкоштовне середовище, де можна намалювати будь-які механізми і систему, а потім запусити режим моделювання. Відбувається взаємодія об'єктів відповідно до законів фізики в реальному часі. Програма двомірна (але з багатьма шарами), зате вельми швидка і має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, що дозволяє малювати і переміщати фігури без опанування складних елементів [11].

З Algodoo можна створювати сцени моделювання, використовуючи прості інструменти малювання, такі як коробки, кола, багатокутники, шестерінки, кисті, площині, мотузки і ланцюги. Легко взаємодіяти зі своїми об'єктами, клацаючи і перетягуючи, нахиляючи і струшуючи. Редагувати і вносити зміни, обертаючи, масштабуючи, переміщаючи, вирізаючи або клонуєючи ваші об'єкти.

Також на цій платформі можна додати більше фізики в своє моделювання, наприклад рідини, пружини, шарніри, двигуни, двигуни, світлові промені, трасери, оптику і лінзи. Algodoo також дозволяє досліджувати і експериментувати з різними параметрами, такими як гравітація, тертя, відновлення, переломлення, тяжіння і т. д

Для більш глибокого аналізу також можна відображати графіки або візуалізувати сили, швидкості і імпульс. Крім цього, можна поліпшити візуалізацію, показуючи компоненти X / Y і кути.

У Algodoo, в бібліотеці сцен з більш ніж 50 000 сцен, можна легко зберігати і ділитися своїми творіннями з друзями або переглядати і завантажувати інші створені користувачем сцени.

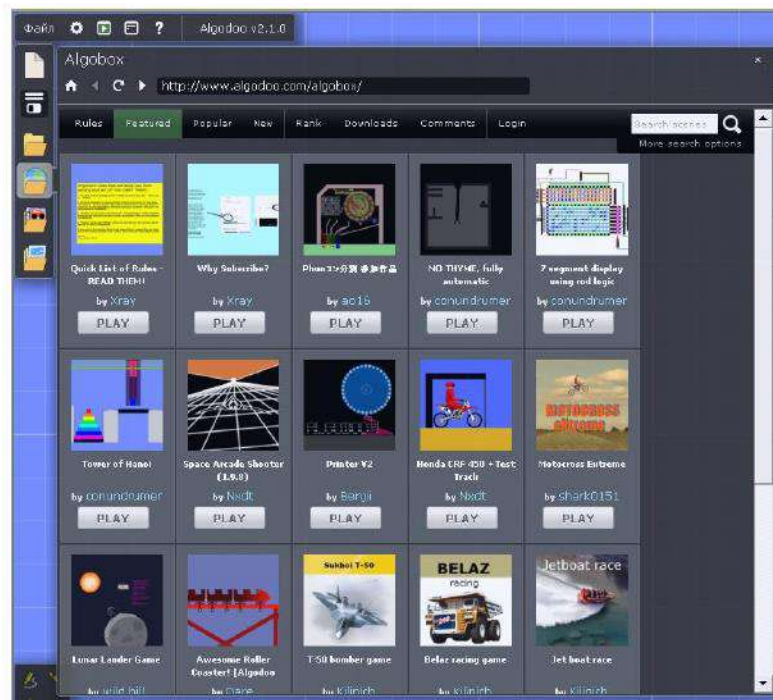


Рис 2.1 . Приклад готових робіт в «Algodoo»

Таким чином можемо зробити висновок щодо наявності великої кількості засобів зі своїми перевагами та недоліками, які можна використовувати у освітньому процесі, розширення уявлення про незнайому людині галузь, поглиблення власних знань та накопичення нового досвіду фахівцями.



Рис. 2.2. Сформована сцена для дослідю

При запуску кнопкою "Start simulation" все приходить в рух і демонструється можливий варіант подій.

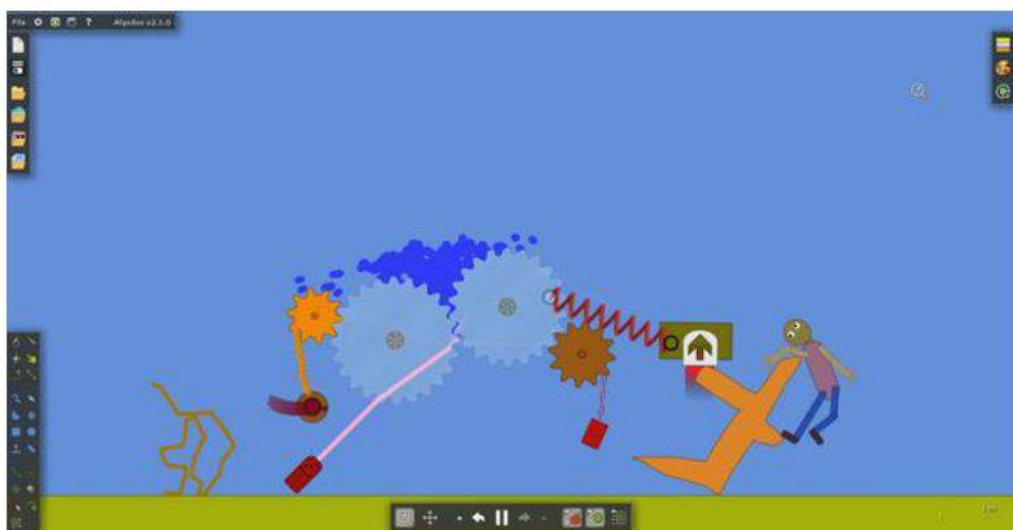


Рис. 2.3 Можливий варіант неуважної побудови процесу

Для зацікавлених і готових вдосконалювати кожний процес учнів – це є гарним інструментом для розвинення технічних здібностей.

Є окремі лабораторії, що дозволяють і працювати і розроблювати окремі компоненти.

Віртуальна лабораторія «Переливання». При певних задачах можна будувати «джерело», «стік», «рідину», інші фактори, що впливають на дослід, і таким чином будувати на основі - заготовці.

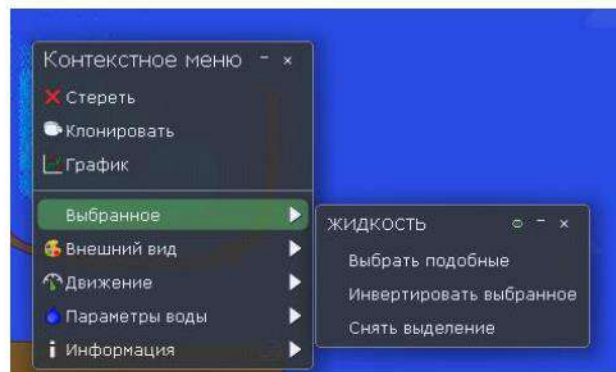


Рис .2.4. Можливості налаштування програми

Лабораторія «Переправи» - для вивчення обмежень щодо навантаження та розміщення об'єктів на одному полі. Відображають алгоритмічний підхід до вирішення завдань.

Віртуальна лабораторія «Зважування» спрямована на побудову дослідів для зважування.

Конструктор для вільного та постійного струму. Також надає змогу сконструювати для демонстрації власні роботи з визначеного напрямку.

І хоча для конструювання потрібно шукати таку лабораторію, що відповідає тематиці та спрямуванню, це не є великим недоліком при необхідності застосовувати такі досліді для розвитку власної фахової діяльності.

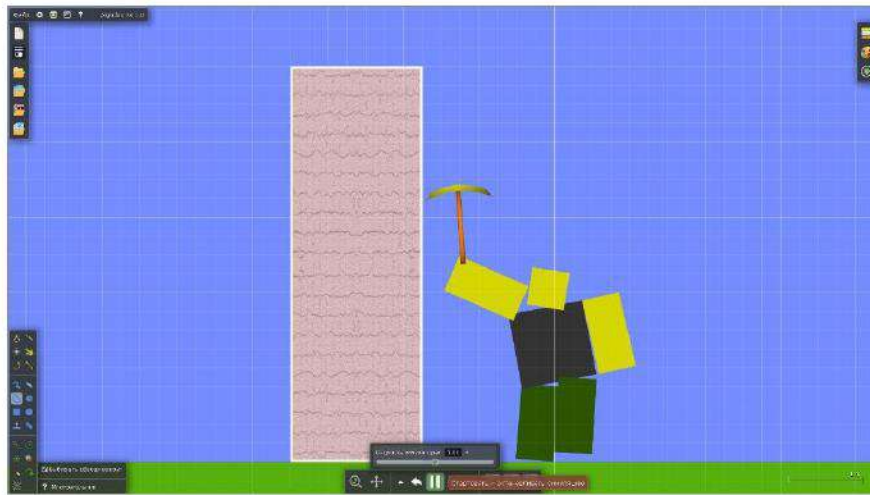


Рис 2.5. Приклад роботи в програмі

PhET

PhET – це проект, розроблено в Університеті Колорадо, що містить безліч віртуальних лабораторій, що демонструють різні явища з фізики, біології, хімії, математики, наук про Землю. Досліди мають високу пізнавальну цінність[12].

The ChemCollective

Проект The ChemCollective присвячено вивченню хімії. Відмінною особливістю лабораторії є те, що відсутні будь-які завдання, користувачу надана свобода дій [14]. Інші продукти проекту містять лабораторні проекти, присвячені певним темам і стосуються таких розділів хімії, як стехіометрія, термохімія, теорія кислот та основ, аналітична хімія тощо.

МАН ТОДОС

ТОДОС (Трансдисциплінарний Онтологічний Діалог Об'єктно-орієнтованого Середовища) – це ІТ платформа онтологічного забезпечення лінгвістичних, аналітичних і дослідницьких програм (проектів) в освіті (освітніх програмах), розроблена фахівцями провідних вітчизняних наукових й освітніх установ [6].

Віртуальні лабораторії на базі програмних компонент ТОДОС реалізовано у вигляді онтолого-керованих інформаційно-аналітичних середовищ інтеграції та агрегації, тематично та фізично розподілених

мережевих інформаційних ресурсів і систем, об'єднаних в єдину базу знань. Там забезпечується підтримка процесів навчально-пізнавальної та науково-дослідницької діяльності учнівської молоді під керівництвом викладачів-методистів та науковців з певної галузі знань.

До віртуальних лабораторій належать інкапсульовані системи з аналізу та підбору контенту, що надають змогу здійснювати швидкий пошук семантично пов'язаних одиниць інформації для розширення уявлення про сферу дослідження.

Віртуальні лабораторії ТОДОС забезпечують доступ до методичного забезпечення і лабораторного обладнання, орієнтованого на дослідження об'єктів, процесів та явищ з різних галузей науки і техніки, лабораторії «МАНЛаб» Національного центру «Мала академія наук України».

Таким чином, учнівська молодь отримує можливість здійснювати дистанційні експерименти за допомогою різноманітного устаткування та інтегрованих мережних систем знань, проводити обробку, аналіз та наочну інтерпретацію отриманих результатів.

2.2. Порівняння віртуальних лабораторій

Метою роботи є здійснення порівняльного аналізу віртуальних лабораторій, що представлені на ринку відповідно до основних критеріїв віртуальних майданчиків.

1. Забезпечення трансдисциплінарності – віртуальна лабораторія, що охоплює багато дисциплін і демонструє взаємозв'язок між ними, є більш цінною для пізнання.
2. Насиченість контентом – кількість та якість інформаційних ресурсів, представлених у віртуальному середовищі.
3. Наявність семантичних зв'язків – семантичний зв'язок, що дає змогу встановити контекстне співвідношення понять, викладених в різних працях.

4. Індексція контенту – для розширення уявлення про об’єкт або явище дослідження реалізовано механізм пошуку додаткової інформації з інших джерел. Матеріали, що містяться в середовищі віртуальної лабораторії мають бути проіндексовані.
5. Якість візуалізації – наочність та дохідливість медіа-матеріалу, що супроводжує працю.
6. Ергономічність інтерфейсу – наявність та зручне розташування інструментів функціоналу, що надають користувачу можливість контролювати процес виконання роботи в середовищі віртуальної лабораторії.
7. Якість адаптації до українського споживача – віртуальна лабораторія містить україномовний матеріал, а програмна оболонка має україномовний інтерфейс.
8. Відсутність реклами – зайві (небезпечні) матеріали, які розробники імплантують до віртуальної лабораторії, відволікають і заважають виконанню роботи.

Табл 1. Порівняння віртуальних лабораторій по заданим критеріям

Критерії	STAR	VirtuLab	Algodo	PhET	The ChemCollective	Ман Годос
Вивчення різних дисциплін	-	+	-	+	-	-
Насиченість контентом	+	+	+	+	-	+
Наявність семантичних зв’язків	+	+	-	+	-	+
Індексція контенту	-	-	-	-	-	-

Якість візуалізації	+	-	+	+	+	+
Ергономічність інтерфейсу	+	-	+	-	-	+
Якість адаптації до українського споживача	-	-	-	-	-	+
Відсутність реклами	-	-	+	+	+	-

Здійснений аналіз світових віртуальних лабораторій надає підстави зазначити, що:

- 1) Пошук та індексацію робіт у більшості віртуальних лабораторій реалізовано недостатньо. Лабораторія, що нараховує багато матеріалу та не має гарного налаштованого пошукового інструменту, не цінує час користувача, який нею користується;
- 2) Україномовний інтерфейс реалізовано лише в системі ТОДОС;
- 3) Якість контенту в деяких лабораторіях не відповідає тематиці навчальних програм, а іноді містить лише розважальний складник. Тому фільтрація контенту досить важлива.

2.3. Особливості впровадження віртуальних лабораторій в освітній процес

Дослідники зазначають, що при роботі з віртуальними лабораторіями у учнів створюється ілюзія на реальному обладнанні. При цьому слід відмітити, що покоління дітей, що виростили зі смартфонами у руках, віртуальна діяльність часто сприймається відповідно і до реальної. Учень може виконувати лабораторну роботу і відчувати свою прилеглисть до неї. При виконанні учнем такої діяльності відбувається і становлення його як наполегливої та відповідальної особистості. Учень намагається досягти

поставленої мети, перевіряє умови досліду, задовольняє свою цікавість і при цьому необмежений ні в часі, ні в інструментах.

Для роботи з віртуальними лабораторіями на уроках варто враховувати [17]:

- вікові особливості учнів;
- готовність учнів до самостійної роботи;
- усвідомлення ними мети та задач роботи;
- готовність виконувати саме заплановану роботу;
- уміння формулювати висновки;
- готовність аналізувати результати;
- усвідомлення учнями власного впливу на проведений експеримент.

На уроці корисно демонструвати дослід, а учням надати посилання для проведення власних досліджень у позанавчальній час.

Обов'язковою умовою при використанні віртуальних лабораторій є навчання їх поступовому науковому відношенню до проведення дослідів. І всі перераховані компоненти мають формуватися у школяра за сприяння учителя. Варто продемонструвати правильні умовиводи, аргументування, опис результатів досліду.

Зорієнтувати учнів на відповідні процеси та явища і визначення їх особливостей. Моделювання передбачає виокремлення конкретних аспектів реального об'єкту та ігнорування несуттєвих для досліду властивостей. При цьому несуттєві властивості учень має навчитися визначати самостійно [20].

При правильному підході до такої діяльності учитель буде розвивати у учнів і наукову інтуїцію. Готовність побудувати гіпотезу до досліду – важливе для підготовки інтелектуальної діяльності майбутнього фахівця.

Варто зупинитися також і на формах роботи. Індивідуальна робота учнів тут вкрай важлива і має переважати. Проте парна робота формує соціальні навички, що є не менш важливим в контексті зменшення кола спілкування учнів у сучасних умовах [19].

Сучасні можливості мережевих технологій, повсюдне поширення високопропускними телекомунікаційних каналів зв'язку, а також наявність широких можливостей засобів програмування, в яких стало комфортно розробляти веб-орієнтовані програмні продукти, дозволяють говорити про те, що віртуальні навчальні засоби сьогодні доцільно створювати у вигляді веб-сервісів. (рис2.6.).

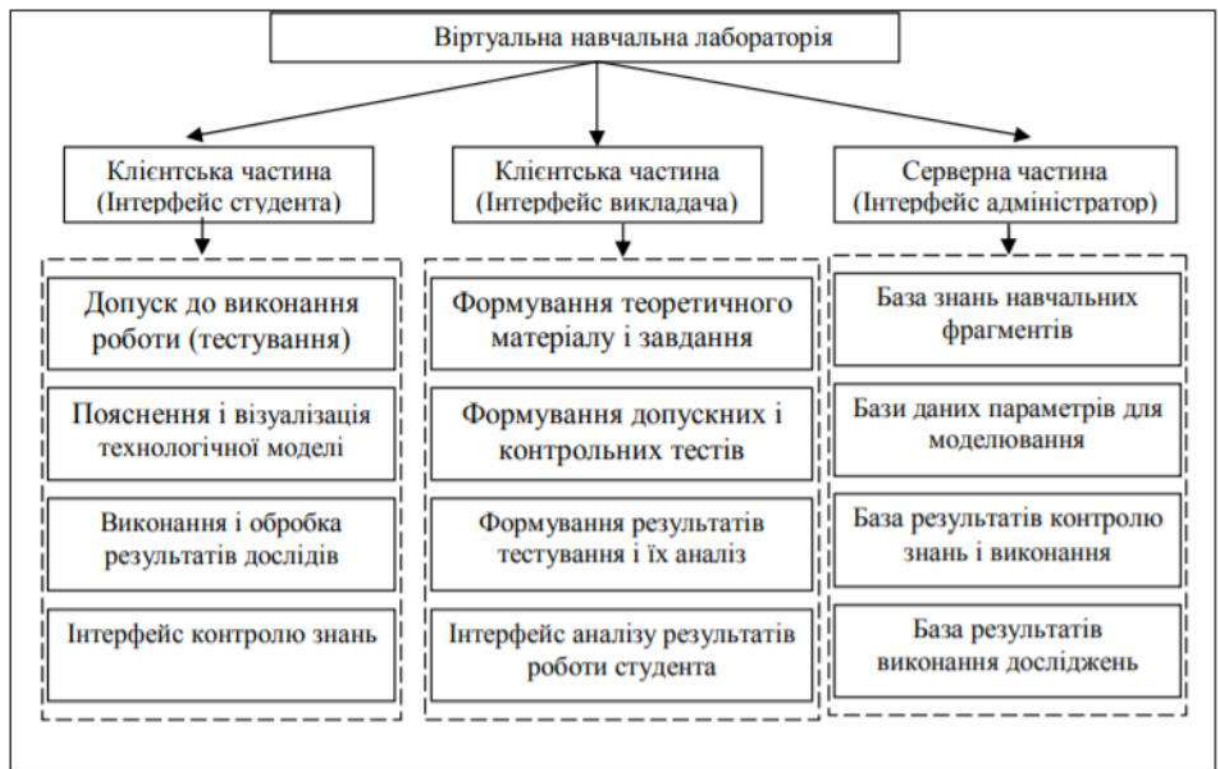


Рис 2.6. Схема реалізації віртуальної лабораторії

З цього навчального року для учнів 7–11-х класів відкрито віртуальну лабораторію з інформатики. Це величезна база для поглиблення знань та підготовки до іспитів та олімпіад: лабораторія включає 290 готових тестів, понад дев'ять тисяч завдань та понад 250 курсів з програмування [22].

Лабораторія охоплює такі розділи як інформаційні технології, математичні основи інформатики, основи програмування, базові та просунуті алгоритми. Учні виконують завдання віртуальної лабораторії як у класі, разом із учителем, так і самостійно вдома. Важливо, якщо дитина

пропустила заняття, вона може завдяки лабораторії освоїти пропущений матеріал.

Найближчим часом у вчителів з'явиться можливість прикріплювати матеріали лабораторії до домашнього цифрового завдання в електронному журналі. Учні бачать їх у розділі «Домашні завдання» електронного щоденника та, переходячи за посиланням, виконують. Ще одна корисна опція для дітей - можливість переглянути статистику своїх результатів: час, витрачений на проходження завдання, вірні та невірні відповіді, відсоток правильно виконаних завдань [23].

Як зазначають дослідники, використання віртуальних лабораторій замість традиційних зміщує акценти викладання з галузі одержання експериментальних даних, їх опрацювання і наочного представлення в інтелектуальну галузь наукового аналізу та детального осмислення одержаних результатів.

Для підтримки наукової і дослідницької роботи можна запропонувати в навчальному процесі використовувати такі програмні засоби, використання яких було б доцільно як в дослідницькому плані, так і з навчальною метою.

Через велику потужність і можливість проведення досліджень до віртуальних лабораторій можна віднести загально відомі та спеціальні програмні засоби:

В галузі фізики – PCAD, EWB, MULTYSIM

В галузі математики – MS EXCEL, MAPLE, MATHEMATICA, STATIATICA

В галузі інформатики – VISUAL STUDIO, DELPHI, PROTEUS, VMLAB

Вивчення деяких із названих продуктів починається в школі, знайомство з іншими виходить за межі програми загальноосвітніх і вищих навчальних закладів. Демонстрація можливостей цих засобів відбувається через віртуальне виконання досліджень.

Наукова діяльність передбачає самостійне освоєння та вміння використовувати можливості віртуального продукту для власних пошуків та дослідження.

Середовище MS EXCEL використовують для аналізу одержаних експериментальних даних, побудови та оцінки статистичної математичної моделі (починають вивчати в школі, для ознайомлення з програмою та при вивченні інформаційно-комунікативних технологій).

Віртуальне математичне середовище MAPLE дозволяє будувати не тільки математичні, а і динамічні моделі різних процесів та аналізувати їх поведінку в різних режимах.

Середовища програмування VISUAL STUDIO та DELPHI як віртуальні лабораторії програмування теж можуть бути використані в наукових дослідженнях для моделювання різних процесів, але їх застосування вимагає вміння програмувати.

ВИСНОВКИ

У ході даної магістерської роботи, в першому розділі було досліджено переваги та недоліки віртуальних лабораторій, їх види та огляд деяких популярних програм. моделювання. Також була сформульована актуальність роботи та визначенні задачі.

В другому розділі було розглянуто програми для створення віртуальних лабораторій. Та процес впровадження таких технологій в навчальний процес.

В даній роботі було порівняно 6 наявних віртуальних лабораторій, на підставі якого зроблено висновки, що:

1. Пошук та індексацію робіт у більшості віртуальних лабораторій реалізовано недостатньо. Лабораторія, що нараховує багато матеріалу та не має гарного налаштованого пошукового інструменту, не цінує час користувача, який нею користується;
2. Україномовний інтерфейс реалізовано лише в системі ТОДОС;
3. Якість контенту в деяких лабораторіях не відповідає тематиці навчальних програм, а іноді містить лише розважальний складник. Тому фільтрація контенту досить важлива.

Впровадження ВЛ у свою науково-педагогічну діяльність це вибір кожного педагога окремо, але узагальнюючи вищесказане можна зробити висновок, що ВЛ є невід'ємним елементом сучасних фізичних лабораторій. Віртуальні лабораторні роботи можуть використовуватися як у навчальних закладах, так і в навчальних центрах різних організацій.

Такі лабораторні роботи значно підвищують ефективність навчального процесу і надають широкі можливості для формування та вдосконалення професійних навичок та інтуїції, а також розвивають творчі здібності учнів. Процес виконання віртуальних лабораторних робіт практично ідентичний виконанню лабораторних робіт в реальних умовах. Використовується обладнання, установки та реактиви, аналогічні реальним.

І практично єдина відмінність віртуальних лабораторних робіт від реальних, це те, що виконуються вони на комп'ютері.

Сучасний освітній процес спирається все більше і більше на інформаційні технології. А віртуальні технології в свою чергу конкурують з традиційними формами навчання.

Розробка і впровадження віртуальних лабораторій з виконанням в них спеціалізованих робіт дозволяє перейти на такі технології навчання, які можуть істотно розширити коло навчальних задач і збагатити їх сучасним змістом. Оскільки основне завдання сьогоденної освіти – зацікавити учня у вивченні предмета, та отримання успіхів, шляхом проведення теоретичних та практичних завдань та використання нових технологій

З огляду на отримані результати проведеного дослідження маємо підстави стверджувати нижче викладене.

Віртуальні лабораторії призначені для підготовки до реальних лабораторних робіт; шкільних занять, якщо відсутні відповідні умови, матеріали, реактиви та обладнання; дистанційного навчання; самостійного вивчення дисциплін в дорослому віці або разом з дітьми, оскільки багато дорослих з тих чи інших причин відчувають потребу «згадати» те, що так і не було вивчено або зрозуміле в школі; формування досвіду наукової роботи.

Впровадження в освітній процес допомагає формувати у учнів соціальні навички, уміння працювати з інструментами, формує навички моделювання, розвиває допитливість, зацікавленість, формує мотивацію, сприяє профорієнтаційному вибору майбутніх вподобань.

Існують окремі лабораторії, що дозволяють і працювати і розроблювати окремі компоненти.

Аналіз науково-педагогічної літератури на предмет використання віртуальних лабораторій в навчальному процесі дозволяє стверджувати, що віртуальні лабораторії:

- використовуються як ефективний інструмент навчання, який не заміняє викладача, але дозволяє рухатися власною освітньою траєкторією;
- поєднують в собі ідеї гарного підручника з можливостями інформаційних систем, які дозволяють зберігати великі обсяги текстової інформації, наочність, поєднання графіки, аудіо- та відео-інформації

Серед різних принад виконання лабораторних робіт в умовах віртуальної лабораторії варто відмітити:

- унаочнення природних законів;
- можливість самостійної організації та проведення дослідів з паралельними дослідженнями результатів в граничних умовах;
- повну безпечність дослідів;
- забезпечення суб'єктивного досвіду при розв'язанні нестандартних та проблемних ситуацій

Отже, інтерактивні заняття за допомогою віртуальних лабораторій дозволяють проілюструвати будь-які явища природи, навіть найскладніші, у доступний та зрозумілий спосіб. Розробка та впровадження методики роботи у віртуальній освітній лабораторії є перспективним напрямом, що може значно полегшити організацію лабораторно-дослідної роботи майбутніх учителів

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Атаманюк С.І., Шищенко І.В., Семеніхіна О.В. Інновації в освіті та специфічні принципи підготовки майбутніх фахівців їх використовувати. Фізико-математична освіта. Суми, 2020. Вип. 4(26). Ч. 2. С. 13-16.

2. Бобровицька С.Ф., Семеніхіна О.В. Стан розробленості проблеми підготовки майбутніх учителів початкової школи до застосування електронних освітніх ресурсів у професійній діяльності. Педагогіка та психологія. 2019. Вип. 62. С. 23-29.

3. Будянський Д.В., Друшляк М.Г., Семеніхіна О.В., Харченко І.В., Горбачук В.О., Чашечникова О.С. Типологія електронних ресурсів у формуванні риторичної культури фахівця. Інформаційні технології і засоби навчання. 2021. 81(1), С. 82-96. <https://doi.org/10.33407/itlt.v81i1.4292>

4. Вакал Ю.С., Шамоня В.Г. Організація педагогічного експерименту із використанням сучасних інформаційних технологій: навч. посіб. Суми: СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2020. 156 с.

5. Віртуальні лабораторії. Електронна енциклопедія. URL: http://tm.spbstu.ru/Виртуальная_лаборатория (дата звернення 08.11.2020р)

6. Гладка М.В., Бобрівник К.Є. Проектування віртуальної навчальної лабораторії для студентів технічно-технологічних спеціальностей. URL: [file:///C:/Users/9D/Downloads/eia_2014_3_5%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/9D/Downloads/eia_2014_3_5%20(1).pdf) (дата звернення 25.09.2021р)

7. Головка М. В., Крижановський С.Ю., Мацюк В. М. Моделювання віртуального фізического обстеження для систем дистанційного навчання в загальноосвітній і вищій педагогічній школах. Інформаційні технології і засоби навчання, 2015. Том 47, №3. С.36-48. (дата звернення 04.12.2021р)

8. Гуріна Н. А. Віртуальна інформаційно-освітня лабораторія як засіб розвитку самостійності / Н. А. Гуріна, О. А. Медведева // Інформатика та освіта. — 2007. - № 3 (дата звернення 02.11.2021р)

9. Дегтярьова Н., Петренко С. Актуальні питання формування цифрових компетентностей вчителів різних дисциплін під час підвищення кваліфікації. Актуальні питання гуманітарних наук: міжвузівський збірник наукових праць молодих вчених Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка. Дрогобич: Видавничий дім «Гельветика», 2020. Вип. 27. Том 2. С. 167-170.

10. Дегтярьова Н.В., Петренко С.І. Змішане навчання як чинник формування навичок самоосвіти у майбутніх вчителів інформатики. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2(143). 2019. С. 117-122.

11. Дегтярьова Н.В., Руденко Ю.О., Вернидуб Г.О. Формування вміння у майбутніх учителів працювати над науковим текстом. Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах: зб. наук. праць. Запоріжжя: КПУ, 2020. Вип. 68. Т.1. С. 240-243.

12. Дегтярьова Н.В., Руденко Ю.О., Шамоля В. Г., Семеніхіна О.В. Методика вирішення нечітких багатокритеріальних задач вибору варіантів. Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, 2020. № 3 (481). С. 124-128. [https://doi.org/10.15589/znp2020.3\(481\).16](https://doi.org/10.15589/znp2020.3(481).16)

13. Друшляк М. Г., Юрченко А. О., Розуменко А. М., Розуменко А. О., Семеніхіна О. В. Ефективні форми підвищення кваліфікації вчителів у галузі комп'ютерної анімації. Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету, 2021, 10 (1), С. 77-88. <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2021.108>

14. Дуйсенова М. Онлайн віртуальні лабораторії. Роль віртуальних лабораторних робіт в викладанні фізики (дата звернення 05.10.2021р)

15. Козловский Е. О. Об'єктна модель структури програмного забезпечення віртуальної лабораторії у системі Херсонський віртуальний університет / Козловский Е. О., Кравцов Г. М. // Інформаційні технології в освіті. – Херсон, 2012. – Випуск 12 – С. 55-60.

16. Козловский Е. О., Кравцов Г. М. // Інформаційні технології в освіті. – Херсон, 2012. – Випуск 12 – С. 55-60. (дата звернення 08.12.2021р)
17. Козловський Є. О. Віртуальна лабораторія в структурі системи дистанційного навчання / Козловський Є. О., Кравцов Г. М. // Інформаційні технології в освіті. – Херсон, 2011. – Випуск 10. – С. 102-109. (дата звернення 05.11.2021р)
18. Кудін А.П. Програмне забезпечення реальних фізичних лабораторних практикумів / А.П. Кудін, А.О. Юрченко // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка. – 2015. – Вип. 21: Дидактика фізики як концептуальна основа формування компетентнісних і світоглядних якостей майбутнього фахівця фізико-технологічного профілю. – С. 248-251. (дата звернення 19.10.2021р)
19. Мартиненко О., Чкана Я., Удовиченко О. Управління самостійною роботою майбутніх учителів математики у віртуальному навчальному середовищі через використання електронної версії робочого зошиту. Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології. 2020. № 2 (96). С. 144-153.
20. О. В. Паніхідіна . Використання віртуальних лабораторій під час викладання практичних занять/ <file:///C:/Users/lenovo/Downloads/5386-%D0%A2%D0%B5>
21. Острога М.М., Шамоня В.Г. Модель формирования готовности будущих бакалавров среднего образования к использованию цифровых технологий в профориентационной деятельности. Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology, IX (97), Issue: 246, 2021. P.25-28.
22. Петренко С., Петренко Л. Модель формування інформатичної компетентності майбутніх учителів інформатики в процесі фахової підготовки. Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології.

Суми: СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2020. № 2 (96) С. 154-164. DOI 10.24139/2312-5993/2020.02/154-164

23. Петренко С., Петренко Л. Формування готовності майбутніх учителів інформатики до професійної діяльності. Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології. Суми: СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2019. № 10 (94). С. 95-105. DOI 10.24139/2312-5993/2019.10/095-106.

24. Петренко С.І. Аналіз проблеми безпечної роботи учнів початкових класів у мережі Інтернет // Петренко С.І. / Вісник університету імені Альфреда Нобеля. Серія «Педагогіка і психологія». Педагогічні науки. 2020. № 1 (19) С. 85-92. DOI: 10.32342/2522-4115-2020-1-19-9

25. Петренко С.І., Дегтярьова Н.В. Формування ІКТ-компетентності викладачів на курсах підвищення кваліфікації. Наукові записки Серія: Педагогічні науки Випуск 186 - Кропивницький: РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка, 2020. с. 150-155.

26. Про затвердження Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти. URL: [http:// osvita.ua/legislation/Ser_osv/28030/](http://osvita.ua/legislation/Ser_osv/28030/). (дата звернення 05.10.2020р)

27. Прошкін В., Хоружа Л., Семеніхіна О. Теорія і практика професійної підготовки майбутніх учителів математики та інформатики засобами цифрових технологій. Теоретичні та практичні аспекти використання математичних методів та інформаційних технологій в освіті й науці: моногр. / за заг. ред. О. Литвин. К.: Київ. ун-т ім. Б. Грінченка, 2021. 332 с. С.48-74.

28. Руденко Ю. О., Дегтярьова Н. В., Юрченко А. О., Семеніхіна О. В. Використання елементів нечіткої логіки у гуманітарних дослідженнях. Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, 2020. № 1 (479). С. 130-134. [https://doi.org/10.15589/znp2020.1\(479\).17](https://doi.org/10.15589/znp2020.1(479).17)

29. Руденко Ю.О., Дегтярьова Н.В. Електронні ресурси та сервіси інтернет в контексті реалізації електронного навчання. Професійна

підготовка вчителя в умовах цифрового освітнього середовища / за заг. ред. О.В. Семеніхіної. Суми, 2020. С.56-86.

30. Семеніхіна О. В., Прошкін В. В., Друшляк М. Г. Використання прийомів мнемотехніки в процесі навчання математики. Математика в рідній школі. 2020. №5 (219). С. 2-7.

31. Семеніхіна О., Юрченко А. Професійна підготовка фахівця: організація онлайн-опитування для визначення потреб у зміні освітньої програми. Освіта. Інноватика. Практика. 2019. Issue 2(6). Р. 36-43.

32. Семеніхіна О., Юрченко А., Удовиченко О. Формування умінь візуалізувати початковий матеріал у майбутніх учителів фізики: результати педагогічного експерименту. Професійна підготовка вчителя в умовах цифрового освітнього середовища / за заг. ред. О.В. Семеніхіної. Суми, 2020. С. 99-117.

33. Семеніхіна О.В. Віртуальні лабораторії як інструмент навчальної та наукової діяльності / О.В. Семеніхіна, В.Г. Шамоля // Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології. – Суми: Вид-во СумДПУ імені А.С. Макаренка. – 2011. – №1. – С. 341-346. (дата звернення 01.11.2021р)

34. Семеніхіна О.В., Бобровицька С.Ф. Особливості практичної підготовки вчителів до використання ЕОР у початковій школі. Фізико-математична освіта. 2020. Вип. 1(23). Частина 2. С. 72-77.

35. Семеніхіна О.В., Юрченко А.О., Удовиченко О.М. Формування умінь візуалізувати початковий матеріал у майбутніх учителів фізики: результати педагогічного експерименту. Фізико-математична освіта. 2020. Вип. 1(23). С. 122-128.

36. Семенов О., Семеніхіна О. Медіаосвітні уміння майбутнього вчителя та особливості їх формування у процесі професійної підготовки. Професійна підготовка вчителя в умовах цифрового освітнього середовища / за заг. ред. О.В. Семеніхіної. Суми, 2020. С.118-140.

37. Ситніков О.В. Засоби створення та використання віртуальної фізичної лабораторії. Фізико-математична освіта. 2018. Випуск 1(15). С. 298-301.
38. Сільвейстр А.М. Інформаційно-комунікаційні технології навчання як засоби реалізації віртуальних лабораторних робіт з фізики у майбутніх учителів хімії і біології. Фізико-математична освіта. 2015. Випуск 3 (6). С. 85-96.
39. Скарбничка ІКТ- корисностей /Віртуальні лабораторії. URL: <http://wiki.iro23.info/index.php?title> (дата звернення 25.12.2021р)
40. Скорнякова О.В. Аналіз сформованості конкурентоспроможності майбутніх ІТ-фахівців у процесі вивчення фахових дисциплін в єдином технічному коледжі ОНАХТ. Український психолого-педагогічний науковий збірник, 2016. № 9. С. 100-105. (дата звернення 05.12.2021р)
41. Стома В.М. Комп'ютерна підтримка навчання фізики: ретроспективний аналіз // Фізико-математична освіта : науковий журнал. – 2017. – Випуск 4(14). – С. 299-303
42. Трухін А.В. Види віртуальних комп'ютерних лабораторій / А.В. Трухін // Відкрите та дистанційне навчання. – 2003. – № 3-4. – С. 58–67. (дата звернення 19.11.2021р)
43. Удовиченко О.М. Критерії та показники рівнів готовності майбутніх учителів інформатики до професійної діяльності. Вісник Черкаського національного університету. Серія «Педагогічні науки». Черкаси, 2020. Вип. 2.2020. С. 142-147.
44. Харченко І.І., Удовиченко О.М. Результати експериментального формування культури професійної комунікації майбутніх фахівців з економіки. Вісник Черкаського національного університету. Серія «Педагогічні науки». Черкаси, 2020. Вип. 1.2020. С. 146-150.
45. Хворостіна Ю.В., Удовиченко О.М., Юрченко А.О. Особливості використання дидактичних ігор на уроках математики. Інноваційна

педагогіка. 2019. Вип. 19. Том 3. С. 141-146. <https://doi.org/10.32843/2663-6085-2019-19-3-29>

46. Чередник І.В., Руденко Ю.О., Семеніхіна О.В. Труднощі навчання учнів системам числення і кодуванню інформації та шляхи їх запобігання. Фізико-математична освіта. 2020. Випуск 2(24). Частина 2. С. 21-27.

47. Шамоля В., Семеніхіна О. Комп'ютерна візуалізація роботи логічних елементів інформаційної системи на базі PROTEUS. Професійна підготовка вчителя в умовах цифрового освітнього середовища / за заг. ред. О.В. Семеніхіної. Суми, 2020. С. 87-98.

48. Шамшин О.П. Віртуалізація фізики та психолого-педагогічні аспекти. Фізико-математична освіта. 2020. Випуск 4(26). С. 134-140.

49. Шамшина Н.В. Методичні аспекти вивчення СУБД ACCESS: створення інформаційних систем. Професійна підготовка вчителя в умовах цифрового освітнього середовища / за заг. ред. О.В. Семеніхіної. Суми, 2020. С. 140-178.

50. Юрченко А. Цифрові фізичні лабораторії як актуальний засіб навчання майбутнього вчителя фізики // Фізико-математична освіта. Науковий журнал. – Суми: СумДПУ ім. А.С.Макаренка, 2015. – № 1 (4). – С. 55-63.

51. Юрченко А.А. Виртуальные лаборатории в учебной физической среде [Електронний ресурс] / А.А.Юрченко // Інформаційні технології в професійній діяльності – 2016. – №10. – Режим доступу до ресурсу: <http://e.itvdp.in.ua/index.php/itvdp/article/view/46> (дата звернення 22.11.2021р)

52. Юрченко А.А. Цифрові лабораторії як сучасне засоби навчання майбутніх вчителів / Артем Олександрович Юрченко // Матеріали XXVI міжнародної конференції «Використання інноваційних технологій в навчанні» 24-25 червня 2015 г. ІТО – ТРОЦК-МОСКВА. – 2015. – С. 170-172. (дата звернення 28.11.2021р)

53. Юрченко А.О., Семеніхіна О.В., Хворостіна Ю.В., Удовиченко О.М., Петренко С.І. Навчання програмувати в старшій школі крізь призму чинних навчальних програм. *Фізико-математична освіта*. 2019. Вип. 2(20). Ч. 2. С. 48-55. DOI 10.31110/2413-1571-2019-022-4-021.

54. Юрченко А.О., Удовиченко О.М., Хворостіна Ю.В., Петренко С.І. Дослідження рівня знань майбутніх учителів фізики при використанні цифрових лабораторій. *Фізико-математична освіта*. 2019. Вип. 4(22). С. 137-141. DOI 10.31110/2413-1571-2019-022-4-021.

55. Юрченко А.О., Хворостіна Ю. В. Віртуальна лабораторія як складова сучасного експерименту. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: «педагогіка. Соціальна робота»*. 2016. Випуск 2 (39). URL:

https://repository.sspu.edu.ua/bitstream/123456789/945/1/virtual_lab%20%28yurchenko_khvorostina%29%20UzhNU39%202016.pdf (дата звернення 16.10.2021р)

56. Якушкіна А. А. Віртуальні лабораторії/ А. А. Якушкіна, Є. В. Алексеева // *Питання інформатизації освіти*. - 2005. - № 7. (дата звернення 02.12.2021р)

57. Algodoo - бесплатная виртуальная лаборатория!. URL: <https://mntc.livejournal.com/25361.html> (дата звернення 05.11.2020р)

58. Algodoo. URL: <http://www.algodoo.com/algobox/details.php?id=25414> (дата звернення 21.10.2020р)

59. Atamanyuk S., Semenikhina O., Shyshenko I. Theoretical fundamentals of innovation of higher education in Ukraine. *Pedagogy and Education Management Review (PEMR)*. Tallinn, Estonia, 2021. Issue 2(4). P. 30-36.

60. Dehtiarova N., Petrenko S., Rudenko Yu. Pedagogical design in the context of blended learning for future computer science teachers. *Modern approaches to the development of knowledge management*. Ljubljana. Slovenia. pp. 313-323.

61. Drushlyak M. G., Semenikhina O. V., Kondratiuk S. M., Krivosheya T. M., Vertel A. V., Pavlushchenko N. M. The Automated Control of Students Achievements by Using Paper Clicker Plickers. MIPRO 2020 : Proceedings of 43 International convention on information and communication technology, electronics and microelectronics, 28 вересня – 2 жовтня 2020, Opatija (Croatia). 2020. P. 688-692.

62. Drushlyak M. G., Shishenko I. V., Borozenets N. S., Nekyslykh K. M., Semenikhina O. V. Computer Probabilistic Models Construction and Analysis of Professional Activity of their Use by Ukrainian Mathematics Teachers. Proceedings of 44 International convention on information and communication technology, electronics and microelectronics “MIPRO 2021”, Opatija (Croatia), 28 September – 1 October, 2021. P. 712-717. DOI: 10.23919/MIPRO52101.2021.9596868

63. Drushlyak M., Semenikhina O., Proshkin V., Sapozhnykov S. Training pre-service mathematics teacher to use mnemonic techniques. Journal of Physics: Conference Series. 1840 (2021), 012006. C.1-12 DOI:10.1088/1742-6596/1840/1/012006

64. Kudrina, O., Shpileva, V., Klius, Y., Lavrova, O., Esmanov, O., & Semenikhina, O. Industrial enterprise tax transaction costs planning using digital tools. TEM Journal. 2020. Volume 9(2), P. 619-624. DOI:10.18421/TEM92-26

65. LabVIEW System Design Software [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.ni.com/labview/> (дата звернення 05.11.2021р)

66. Lazorenko S. A., Semenikhina O. V. Development of Information and Digital Culture of Future Specialists in Physical Culture and Sports as a Modern Problem of Education. Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology, VIII (95), Issue 239, 2020 Nov. P. 29-32.

67. Okhrimenko O., Semenikhina O., Shyshenko I. Future teachers' readiness for the digital modernization of inclusive education. New challenges in

the development of future specialists: collective monograph. Universitatea Dunarea de Jos Galati, Romania, 2021. P. 83-94.

68. Okhrimenko O., Semenikhina O., Shyshenko I. Readiness of future teachers for digital modernization of inclusive education. *Innovative Approaches to Ensuring the Quality of Education, Scientific Research and Technological Processes* : collective monograph. 2021. No 3.6.15. P. 694-700.

69. Omelyanenko, V., Kudrina, O., Semenikhina, O., Zihunov, V., Danilova, O. & Liskovetska, T. Conceptual aspects of modern innovation policy. *European Journal of Sustainable Development*. 2020. Volume 9 (2). P. 238-249. DOI:10.14207/ejsd.2020.v9n2p238

70. Ostroha M., Drushlyak M., Shyshenko I., Naboka O., Proshkin V., Semenikhina O. On the use of social networks in teachers' career guidance activities. Smyrnova-Trybulska E. (ed.). (2021) *E-learning in COVID-19 Pandemic Time. "E-learning" Series*. Vol. 13 (2021) (Pp. 113-124) Katowice-Cieszyn: Studio Noa for University of Silesia.

71. Petrenko S., Dehtiarova N. Increasing teachers' ict-competency level in the after-graduate education process. *Інноваційна педагогіка*. Вип. 21. Т. 3. 2020. С. 73-77.

72. Rudenko Yu., Rozumenko A., Kryvosheya T., Karpenko O., Semenikhina O. Online Training during the COVID-19 Pandemic: Analysis of Opinions of Practicing Teachers in Ukraine Proceedings of 44 International convention on information and communication technology, electronics and microelectronics "MIPRO 2021", Opatija (Croatia), 28 September – 1 October, 2021. DOI: 10.23919/MIPRO52101.2021.9596799

73. Rudenko Yu., Semenikhina O. Analysis of distance learning experience in colleges of Sumy region of Ukraine. *Education during a pandemic crisis: problems and prospects* / Eds. Tetyana Nestorenko & Tadeusz Pokusa Opole, 2020. P. 175-181

74. Rudenko Yuliia, Olha Naboka, Larysa Korolova, Khana Kozhukhova, Olena Kazakevych, Olena Semenikhina. *Online Learning With the*

Eyes of Teachers and Students in Educational Institutions of Ukraine. TEM Journal. Volume 10, Issue 2, P. 922-931. DOI: 10.18421/TEM102-55.

75. Semenikhina O. et al. The Formation of Skills to Visualize by the Tools of Computer Visualization. TEM Journal. 2020. Volume 9(4). P. 1704-1710. DOI: 10.18421/TEM94-51

76. Semenikhina O. V. The Using Interactive Methods In The Formation Of Conflictological Culture Of Specialist. International Scientific Journal «Future Science: Youth Innovations Digest». 2019. Volume 3, Issue 3. P. 44-48

77. Semenikhina O., Drushlyak M., Lynnyk S., Kharchenko I., Kyryliuk H., Honcharenko O. On Computer Support of the Course “Fundamentals of Microelectronics” by Specialized Software: the Results of the Pedagogical Experiment. TEM Journal. 2020. Volume 9 (1). P. 309-316. DOI: 10.18421/TEM91-43

78. Semenikhina O., Drushlyak M., Yurchenko A., Udovychenko O., Budyanskiy D. The use of virtual physics laboratories in professional training: the analysis of the academic achievements dynamics. ICT in Research, Education and Industrial Applications (ICTERI-2020) : 16th International Conference. October, 06-10, 2020. Kharkiv. P. 423-429.

79. Semenikhina O., Proshkin V., Drushlyak M. Mathematical knowledge control automation within dynamic mathematics programs. E-learning and STEM Education / Scientific Editor Eugenia Smyrnova-Trybulska. Katowice–Cieszyn, 2019. P. 571-586. .

80. Semenikhina O., Proshkin V., Naboka O. Application of Computer Mathematical Tools in University Training of Computer Science and Mathematics Pre-service Teachers. International Journal of Research in E-Learning, 2020, 6(2), 1-23. <https://doi.org/10.31261/IJREL.2020.6.2.06>

81. Semenikhina O., Yurchenko A., Sbruieva A., Kuzminskyi A., Kuchai O., Bida O. The Open Digital Educational Resources In IT-Technologies: Quantity Analysis. Information technologies and learning tools. V. 75. Issue 1. P. 331-348 <https://doi.org/10.33407/itlt.v75i1.3114>

82. Semenikhina Olena V., Proshkin Volodymyr V. The main problems of using computer mathematical tools in university education. Інформаційні технології в освіті та науці: Збірник наукових праць. Випуск 12. Мелітополь: ФОП Однорог Т.В., 2021. 204 с. С.9-11.

83. Semenikhina, O., Yurchenko, A., Udovychenko, O., Petruk, V., Borozenets, N., Nekyslykh, K. Formation Of Skills To Visualize Of Future Physics Teacher: Results Of The Pedagogical Experiment. Revista Romaneasca Pentru Educatie Multidimensionala, 2021, 13(2), 476-497. <https://doi.org/10.18662/rrem/13.2/432>

84. Semenog O., Semenikhina O., Oleshko P., Prima R., Varava O., Pykaliuk R. Formation of Media Educational Skills of a Future Teacher in the Professional Training. Revista Românească pentru Educație Multidimensională. 2020. Volume 12. Issue 3, P. 219-245. <https://doi.org/10.18662/rrem/12.3/319>.

85. Shamonia, V. H., Semenikhina, O. V., Proshkin, V. V., Lebid, O. V., Kharchenko, S. Y., & Lytvyn, O. S. Using the proteus virtual environment to train future IT professionals. CEUR Workshop Proceedings, 2547. P. 24-36.

86. Shishenko I. V., Shamonia V. H., Loboda V. S., Punko V. V., Khvorostina Yu. V. and Voitenko A. A. Studying dynamic mathematics software in the professional training of teachers of computer science, mathematics, and IT specialists. MIPRO 2020 : Proceedings of 43 International convention on information and communication technology, electronics and microelectronics, 28 вересня – 2 жовтня 2020, Opatija (Croatia). 2020. P. 683-687.

87. Udovychenko O., Chkana Ya., Yurchenko A., Khvorostina Yu. Introduction of didactic games in the educational process. Фізико-математична освіта. 2019. Вип. 4(22). Частина 2. URL: <https://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/publ/8-1-0-621>.

88. Udovychenko, O. M., Ostroha, M. M., Chernysh, A. E., Kudrina, O. Y., Bondarenko, Y. A., & Kurienkova, A. V. (2020). The use of electronic textbooks in the learning process: A statistical analysis. MIPRO 2020 : Proceedings of 43 International convention on information and communication

technology, electronics and microelectronics, 28 вересня – 2 жовтня 2020, Opatija (Croatia). 2020. P. 608-611. doi:10.23919/MIPRO48935.2020.9245146

89. Visual-science. Віртуальні лабораторії. URL: <https://visual-science.com/ru/projects/web-apps/> (дата звернення 12.10.2020р)

90. Voitenko A., Semenikhina O. To the question about inclusive educational space in the training of informatics of children with intellectual disabilities. *Education. Innovation. Practice*. 2019. Issue 2 (6). P. 6-9.

91. Yurchenko A., Drushlyak M., Sapozhnykov S., Teplytska S., Koroliova L., Semenikhina O. Using online IT-industry courses in the computer sciences specialists' training. *International Journal of Computer Science and Network Security*. Vol. 21 No. 11 pp. 97-104. http://paper.ijcsns.org/07_book/202111/20211113.pdf

92. Yurchenko A., Semenikhina O., Rudenko Yu., Shamonina V. The Digital Technology in IT-Education: the View of Ukrainian University. *Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова*, 2020. №4 (482). С. 129-133. [https://doi.org/10.15589/znp2020.4\(482\).15](https://doi.org/10.15589/znp2020.4(482).15)

93. Yurchenko A., Shamonina V., Udovychenko O., Momot R., Semenikhina O. Improvement of Teacher Qualification in the Field of Computer Animation: Training or Master Class? *Proceedings of 44 International convention on information and communication technology, electronics and microelectronics "MIPRO 2021"*, Opatija (Croatia), 28 September – 1 October, 2021. P. 683-687. DOI: 10.23919/MIPRO52101.2021.9596946

94. Yurchenko A.O., Udovychenko O.M., Rozumenko A.M., Chkana Y.O., Ostroha M.M. (2019). Regional Computer Graphics Competition as a Tool of Influence on the Profession Choice: Experience of Sumy Region of Ukraine. *42nd International Convention on Computers in Education (MIPRO) (May 20 – 24, 2019)*, Opatija, Croatia, 2019, pp. 909-914.