

**Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка**

**Фізико-математичний факультет
Кафедра інформатики та методики її навчання**

Кваліфікаційна робота
ВИКОРИСТАННЯ ВІРТУАЛЬНИХ ЛАБОРАТОРІЙ ДЛЯ РОЗВИТКУ
ПРАКТИЧНИХ НАВИЧОК В УМОВАХ ЗМІШАНОГО НАВЧАННЯ

Спеціальність 014 Середня освіта
Освітня програма
«Середня освіта (Інформатика, математика, STEM освіта)»

Здобувача другого (магістерського)
рівня вищої освіти
Бурого Уласа Олеговича

НАУКОВИЙ КЕРІВНИК:
доктор педагогічних наук, професор
Романишина Оксана Ярославівна

РЕЦЕНЗЕНТ:
доктор педагогічних наук,
професор кафедри комп'ютерних
технологій Тернопільського
національного педагогічного
університету імені Володимира
Гнатюка
Потапчук Ольга Ігорівна

АНОТАЦІЯ

Бурій У.О. Використання віртуальних лабораторій для розвитку практичних навичок в умовах змішаного навчання. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» зі спеціальності 014 Середня освіта ТНПУ ім. В. Гнатюка. Тернопіль, 2025.

У кваліфікаційній роботі досліджено застосування віртуальних лабораторій як інноваційного засобу розвитку практичних навичок у змішаному навчанні: розкрито його теоретичні засади, проаналізовано поняття, класифікацію та можливості віртуальних лабораторій, узагальнено вітчизняний і зарубіжний досвід їх використання та визначено найбільш доцільні дисципліни для їх впровадження. Подано огляд сучасних платформ (PhET, Labster, Arduino Simulator, Virtual Labs тощо), обґрунтовано їх потенціал для формування практичних умінь, розроблено модель і методику інтеграції таких ресурсів у навчальний процес, наведено приклади занять. Практична значущість роботи полягає у створенні методичних рекомендацій для педагогів щодо організації змішаного навчання з використанням віртуальних лабораторій.

Ключові слова: віртуальні лабораторії, змішане навчання, практичні навички, цифрові освітні технології.

ABSTRACT

Buryi U.O. The utilization of virtual laboratories for the development of practical skills in the blended learning environment. Master's thesis for the MA degree in the specialty 014 Secondary Education Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University. Ternopil, 2025.

The qualification thesis explores the use of virtual laboratories as an innovative tool for developing learners' practical skills in blended learning. It outlines the theoretical foundations of blended learning, analyzes the concept, classification, and capabilities of virtual laboratories, summarizes national and international experience of their implementation, and identifies the disciplines where their use is most effective. The work provides an overview of modern platforms (PhET, Labster, Arduino Simulator, Virtual Labs, etc.), substantiates their potential for forming practical competencies, and presents a model and methodology for integrating these resources into the educational process, including sample lesson fragments. The practical significance of the study lies in the development of methodological recommendations for educators on organizing blended learning with the use of virtual laboratories.

Key words: virtual laboratories, blended learning, practical skills, digital educational technologies.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ ВІРТУАЛЬНИХ ЛАБОРАТОРІЙ У ЗМІШАНОМУ НАВЧАННІ.....	7
1.1. Сутність і концепція змішаного навчання: моделі та підходи	7
1.2. Віртуальні лабораторії як інноваційний засіб навчання: визначення, класифікація, особливості	11
1.3. Аналіз вітчизняного та зарубіжного досвіду використання віртуальних лабораторій у закладах освіти	14
1.4. Аналіз навчальних дисциплін і тем, де доцільне застосування віртуальних лабораторій.....	18
1.5. Вибір та характеристика інструментів і платформ	22
Висновки до першого розділу	27
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ВПРОВАДЖЕННЯ ВІРТУАЛЬНИХ ЛАБОРАТОРІЙ У ПРОЦЕС ЗМІШАНОГО НАВЧАННЯ	30
2.1. Розробка моделі організації змішаного навчання з використанням віртуальних лабораторій.....	30
2.2. Методика впровадження віртуальних лабораторій у навчальний процес	36
2.3. Розроблення фрагментів занять або лабораторних робіт із використанням віртуального середовища	45
Висновки до другого розділу	46
ВИСНОВКИ	59
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	61
ДОДАТКИ	65

ВСТУП

Сучасна освіта переживає трансформацію під впливом цифрових технологій, що дозволяють створювати інноваційні освітні середовища, серед яких особливе місце займають віртуальні лабораторії. Вони стають невід'ємною частиною змішаного навчання, що об'єднує традиційні та дистанційні методи, і сприяють розвитку практичних навичок учнів і студентів у безпечному та доступному форматі. Подолання технічних і географічних бар'єрів забезпечує рівний доступ до якісної освіти навіть у віддалених регіонах Labster, Mozaik Education та інші платформи відкривають нові можливості для глибокого засвоєння складних концепцій через інтерактивні моделі та 3D-анімації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій з проблеми використання віртуальних лабораторій у змішаному навчанні свідчить, що зазначена тематика є предметом уваги як вітчизняних, так і зарубіжних науковців у галузі педагогіки, дидактики та освітніх технологій. Теоретичні засади змішаного навчання як освітньої моделі, що поєднує традиційні та дистанційні форми організації навчального процесу, висвітлено у працях В. Бикова, В. Кухаренка, Н. Морзе, Н. Рашевської, А. Стрюка, Ю. Триуса, Г. Чередніченко, а також зарубіжних дослідників М. Аллена, Ч. Бонка, К. Грема та Дж. Мунена.

Проблеми впровадження електронного та змішаного навчання, педагогічні умови його ефективної реалізації, а також питання інтеграції цифрових освітніх ресурсів у навчальний процес розглядалися в дослідженнях А. Андрєєва, О. Кривоноса, М. Нікітіної, В. Солдаткіна, Є. Смирнової-Трибульської, О. Тіхомірової. У зазначених працях акцентується увага на гнучкості змішаного навчання, можливостях індивідуалізації освітнього процесу та підвищенні мотивації здобувачів освіти.

Окремий напрям наукових досліджень присвячено віртуальним лабораторіям як засобу реалізації практичної складової навчання. Дидактичні можливості віртуальних лабораторій, їх вплив на формування дослідницьких умінь, аналітичного мислення та практичних навичок учнів і студентів висвітлено у працях В. ван Йолінгена, Т. де Йонга, Т. Мікропулоса,

А. Натсїса, Н. Руттена, а також у вітчизняних дослідженнях, присвячених STEM-освіті та використанню цифрових симуляцій у навчальному процесі.

Водночас аналіз наукових джерел показує, що більшість досліджень зосереджені або на загальних питаннях змішаного навчання, або на використанні віртуальних лабораторій у дистанційному чи аудиторному форматі. Питання розробки цілісної методики використання віртуальних лабораторій саме в умовах змішаного навчання закладів загальної середньої освіти потребує подальшого наукового обґрунтування, що й зумовлює актуальність обраної теми дослідження.

Мета роботи теоретично обґрунтувати можливості використання віртуальних лабораторій (ВЛ) у змішаному навчанні та розробити методику їх використання для ефективного розвитку в учнів практичних навичок.

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати теоретичні основи та особливості застосування віртуальних лабораторій для учнів закладів загальної середньої освіти.
2. Визначити дидактичні можливості та функціональні особливості сучасних віртуальних лабораторій.
3. Розробити методику організації лабораторних занять використанням віртуальних лабораторій у змішаному форматі для учнів загальної середньої освіти.

Об'єкт дослідження — освітній процес у закладах загальної середньої освіти в умовах змішаного навчання.

Предмет дослідження — методика використання віртуальних лабораторій при змішаному навчанні учнів.

Методи дослідження включають аналіз наукової і педагогічної літератури, порівняльний аналіз, а також розробку уроків із використанням віртуальних лабораторій.

Наукове значення результатів роботи полягає у вдосконаленні теоретичних та методичних основ застосування віртуальних лабораторій, розвитку нових педагогічних підходів для змішаного навчання, що сприяють

підвищенню якості освіти та формуванню ключових компетентностей. Практичне значення проявляється у створенні рекомендацій та методичних матеріалів для організації лабораторних занять із застосуванням віртуальних технологій, що можуть використовуватись навчальними закладами різного рівня для удосконалення освітнього процесу.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ ВІРТУАЛЬНИХ ЛАБОРАТОРІЙ У ЗМІШАНОМУ НАВЧАННІ

1.1. Сутність і концепція змішаного навчання: моделі та підходи

Стрімкий розвиток цифрових технологій, трансформаційні процеси в інформаційному суспільстві та зростання вимог до якості професійної підготовки актуалізують необхідність упровадження інноваційних форм організації освітнього процесу у закладах вищої освіти. У цьому контексті змішане навчання (blended learning) постає як комплексна педагогічна концепція, що забезпечує інтеграцію традиційних очних форматів навчання з цифровими та дистанційними освітніми технологіями, спрямованими на оптимізацію освітньої взаємодії та підвищення ефективності навчальної діяльності здобувачів вищої освіти.

У науковій літературі, яка досліджує змішане навчання, спостерігається значна варіативність у визначенні сутності змішаного навчання, однак дослідники сходяться на тому, що воно є не окремою формою навчання, а системним педагогічним підходом. Так, Charles R. Graham трактує змішане навчання як цілеспрямоване поєднання технологічно опосередкованих і традиційних форм освітньої взаємодії з метою досягнення максимальної навчальної ефективності [30]. На думку Michael B. Horn та Heather Staker, blended learning передбачає структурну перебудову освітнього середовища, у якому ключова роль належить персоналізації навчання, активній участі студентів і трансформації функцій викладача у напрямі тьюторства та фасилітації [31].

У вітчизняному науковому дискурсі питання сутності змішаного навчання знайшло відображення у працях О. Андрєєва, Р. Гуревича, Н. Морзе, О. Спіріна, та інших дослідників. Вони підкреслюють, що змішане навчання сприяє індивідуалізації освітніх траєкторій, забезпечує варіативність навчального контенту та створює передумови для формування у студентів цифрової, інформаційної та комунікативної компетентностей. Особливу увагу науковці

звертають на необхідність цілісної інтеграції різних освітніх форматів, які спільно утворюють єдину педагогічну систему.

Зокрема, у класичному розумінні, як зазначає Michael B. Horn та Heather Staker, blended learning охоплює чотири базові моделі (рис. 1.1.) [31].

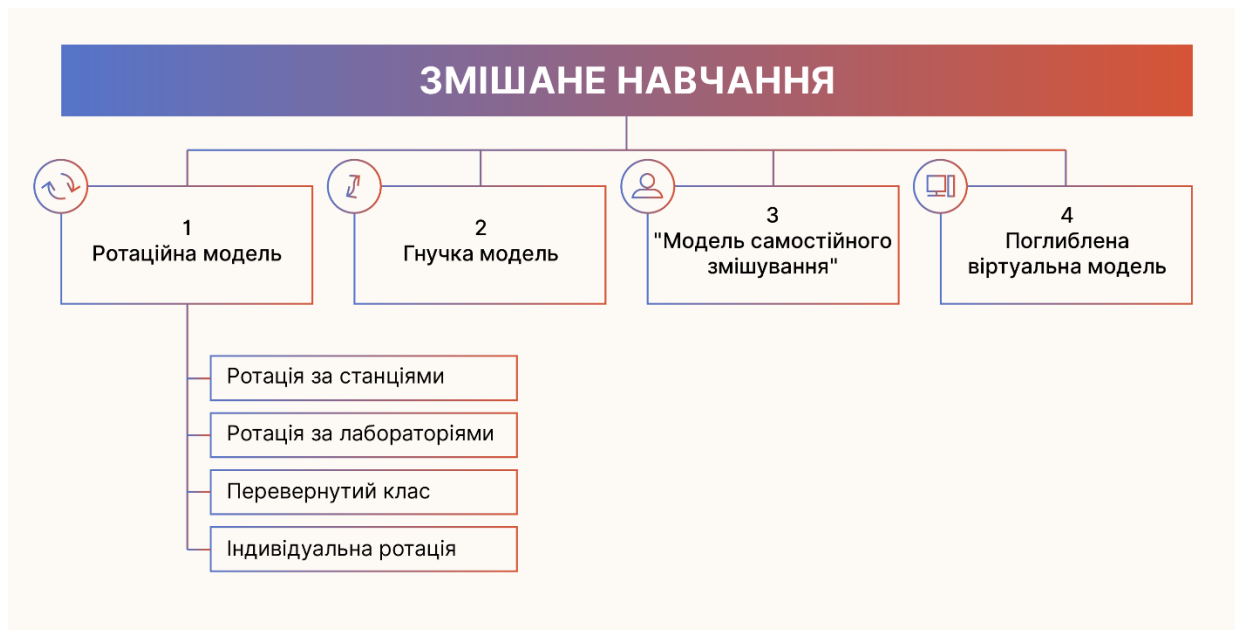


Рис.1.1 Модель змішаного навчання за Michael B. Horn та Heather Staker

Ротаційна модель передбачає, що студенти «ротаційно» змінюють методи навчання – наприклад, частина занять відбувається в аудиторії (традиційно), а частина – онлайн. Ця модель може мати підмоделі: Station-Rotation (станційна ротація), Lab-Rotation (ротація лабораторій), Flipped Classroom (перевернутий клас), Individual Rotation тощо[31].

Гнучка модель передбачає, що основний обсяг навчального контенту надається через онлайн-платформу де студенти працюють за індивідуальним графіком, а викладач виступає як наставник / фасилітатор, надаючи підтримку за потреби (очно або онлайн) [31].

Модель самостійного змішування базується на тому, що студент додатково проходить онлайн-курси (позакласно, у вільний час), тобто комбінує традиційні аудиторні дисципліни з додатковим онлайн-навчанням [31].

Поглиблена віртуальна модель – студент частину часу проводить в аудиторії, іншу частину – у віртуальному онлайн-середовищі; така модель

передбачає суттєву автономію здобувача і гнучкість у виборі часу, місця та темпу навчання [31].

У статті О. Кузьменко «Змішане навчання як інноваційна форма організації навчального процесу в школі» змішане навчання трактується як досвідно-орієнтована модель, що поєднує традиційну очну й електронну системи освіти та забезпечує персоналізацію навчання шляхом надання учням більшого контролю над умовами, темпом і засобами опанування змісту. На думку дослідниці, саме інтеграція різних освітніх форматів дозволяє трансформувати позицію учня з об'єкта педагогічного впливу на активного суб'єкта, а вчителя – на фасилітатора та організатора самостійної діяльності школярів, що підвищує їхню відповідальність за результати навчання. Таким чином, автор підкреслює, що змішане навчання виступає одним із ключових механізмів підвищення якості шкільної освіти в умовах інформатизації [18].

Т. Собченко у праці «Змішане навчання: поняття та завдання» акцентує увагу на необхідності теоретичного й методичного осмислення категоріального апарату, зокрема уточнює сутність змішаного навчання в контексті сучасної дидактики та практики вищої й загальної середньої освіти. Дослідниця розглядає змішане навчання як цілісну педагогічну систему, у якій ключовими стають науково обґрунтоване поєднання очних і онлайн-форм роботи, чітке формулювання цілей, добір змісту, визначення функцій викладача й студента, а також організація ефективного зворотного зв'язку. Т. Собченко підкреслює, що завданням змішаного навчання є не лише технічна інтеграція цифрових платформ, а насамперед спрямованість на розвиток самостійності, рефлексивності та відповідальності здобувачів освіти за власну освітню траєкторію [24].

У колективній праці «Змішане навчання як сучасна форма побудови навчального процесу» Г. Гордійчук, Р. Гуревич, М. Драчук, Л. Коношевський, О. Коношевський, М. Кусій обґрунтовують доцільність переходу освіти на масовий формат змішаного навчання в умовах трансформації сучасного суспільства. Науковці підкреслюють, що така модель не може розглядатися як

просте перенесення традиційних форм у цифрове середовище, оскільки вона потребує переосмислення базових педагогічних понять – самостійної роботи, внутрішньої мотивації, відповідальності здобувачів освіти та їхньої готовності до навчання в цифровому суспільстві. Результати проведеного ними теоретичного аналізу та онлайн-опитування майбутніх учителів дали підстави стверджувати, що впровадження змішаного навчання здатне підвищити якість знань і розвинути здатність до самостійного навчання, водночас вимагаючи від педагогів високого рівня психологічної й технічної готовності та зваженого, педагогічно вмотивованого використання цифрових технологій [11].

При цьому сучасні підходи показують, що *blended learning* – це не просто зміна формату, а системна реорганізація освітнього процесу, орієнтована на гнучкість, індивідуалізацію, автономію студента та ефективне поєднання різних засобів навчання. У найновішій праці Ю. Богачкова та П. Уханб запропонована модель «змішаного процесу» (*Mixed Process Model, MPM*), яка розглядає *blended learning*, як систему, де учасник (агент) має свободу вибору дій (традиційні, онлайн, мобільні тощо) залежно від умов, ресурсів і власних цілей [2].

У ряді досліджень наголошено, що одним із головних аргументів на користь змішаного навчання є його здатність підлаштовуватися під індивідуальні потреби студентів – їхні темп, стиль навчання, рівень підготовки, обставини (наприклад, дистанційність, доступ до інтернету). У праці на тему *blended learning* зазначається, що змішане навчання дає змогу комбінувати *self-paced* та колаборативні/очні заняття, структурувати навчальний контент і забезпечувати персоналізований підхід [31].

У контексті змішаного навчання інструментами, які сприяють розвитку самостійності, креативності, саморегуляції та інтерактивності, часто називають цифрові технології – онлайн-платформи, віртуальні лабораторії, симуляції, системи для групової чи індивідуальної роботи. Таким чином, *blended learning* стає інструментом компетентнісного підходу, формування цифрових, аналітичних, дослідницьких навичок.

Залежно від типу навчального закладу, галузі знань, освітньої програми й цілей, вибір моделі blended learning може різнитися. Як демонструє дослідження Г. Ткачука, у більш технічних дисциплінах (наприклад, інформатика) часто використовують комбінацію станційної ротації або перевернутого класу, що дає змогу поєднати аудиторні заняття з роботою за комп'ютерами, практичними або лабораторними вправами, а також самостійною онлайн-роботою [25].

Також важливим є врахування контексту: технічної оснащеності, ІКТ-компетентності викладачів і студентів, наявності інфраструктури, а також специфіки дисципліни – теоретичні курси, практичні лабораторні, групові проекти, індивідуальна самостійна робота тощо [21].

Останнім часом, зважаючи на виклики сучасності (наприклад, війна, перебої з інтернетом, дистанційність, гнучкий розклад), деякі дослідники пропонують розглядати blended learning не як статичну модель, а як адаптивну систему – як у моделі МРМ від Ю. Богачкова та П. Уханя, де навчальний процес представлений як змішаний процес, у якому агент (студент / учасник) має автономію вибору форм, методів, часу, темпу навчання з урахуванням ресурсів і зовнішніх умов [2].

Такі підходи відкривають перспективу на подальший розвиток blended learning – не лише як набір моделей для вибору, а як динамічна, гнучка, адаптивна освітня система, здатна реагувати на зовнішні зміни, потреби студентів і специфіку освітнього середовища.

Таким чином, blended learning може розглядатися як концептуальна основа модернізації вищої освіти, яка відповідає потребам інформаційного суспільства, сприяє підвищенню якості підготовки фахівців і розвитку їхніх компетентностей.

1.2. Віртуальні лабораторії як інноваційний засіб навчання: визначення, класифікація, особливості

У сучасному освітньому просторі в умовах цифровізації та поширення змішаного або дистанційного навчання, віртуальні лабораторії виявляються

ефективним інноваційним засобом для організації практичної підготовки студентів. Під «віртуальною лабораторією» зазвичай розуміють цифрове навчальне середовище, яке імітує реальні лабораторні умови (наприклад, фізичні, хімічні, біологічні експерименти) шляхом комп'ютерних симуляцій, моделювання та інтерактивних інструментів [4].

Як зазначають В. Гнатюк, О. Дехтярьова, та І. Упатова віртуальні лабораторії дають змогу студентам виконувати практичні завдання без фізичного контакту з обладнанням, що особливо важливо, коли реальне лабораторне оснащення або матеріали є дороговартісними, обмеженими або небезпечними. Такий підхід усуває бар'єри, пов'язані з матеріальними ресурсами чи географічним розташуванням навчального закладу, і розширює доступ до якісної практичної підготовки [10].

Наприклад, за визначенням Н. Вараксіна, віртуальна лабораторія – це «віртуальне програмне середовище», яке дозволяє симулювати поведінку реальних об'єктів у комп'ютерному середовищі та сприяє засвоєнню нових знань і формуванню практичних навичок [4].

У дослідженні В. Гнатюк, О. Дехтярьова та І. Упатова підкреслюється, що у біологічній освіті віртуальні лабораторії (англ. virtual laboratories / online laboratories / virtual practical laboratory practicum) дають змогу студентам опановувати біологічні концепції через інтерактивні симуляції – без ризику для здоров'я, без потреби у фізичних реактивах або спеціальному обладнанні, що робить їх особливо актуальними у контексті цифровізації освітнього процесу [10].

Додатково, існує нерідка практика паралельного використання віртуальних та віддалених (remote) лабораторій. Так, у недавньому огляді була відзначена їхня здатність доповнювати традиційні лабораторні заняття, дозволяючи студентам підготуватися до фізичних експериментів або ж виконати попередню практику – зменшуючи ймовірність помилок, підвищуючи ефективність та безпеку навчання [35].

У науковій й методичній літературі запропоновано кілька підходів до класифікації віртуальних лабораторій. Наприклад, у популярному підсумковому огляді та методичних матеріалах виділяють такі типи: прості симуляції, аплет-лабораторії, тривимірні віртуальні / VR-лабораторії, а також віддалені (remote) лабораторії, які дозволяють керувати реальним обладнанням через інтернет [8].

У контексті шкільної або університетської освіти, дослідник Ю. Жук наголошував на дидактичній значущості віртуальних лабораторій як складової didactic space – «суб'єктно-орієнтованого навчального середовища», яке дає змогу замінити або доповнити традиційні лабораторні заняття, враховуючи вікові особливості учнів та специфіку профільного навчання [12].

Дослідження демонструють, що класифікація може враховувати такі ознаки: призначення дисциплін (фізика, хімія, біологія, технічні дисципліни), тип функціоналу (симуляція, 3D-моделювання, дистанційне керування реальним обладнанням), ступінь інтерактивності (аплет, багатомодульне середовище, VR), а також платформенний формат (локальний софт, веб-аплікація, хмарне рішення) [8].

Аналіз наукових джерел дозволяє систематизувати ключові переваги віртуальних лабораторій. Розглянемо їх детальніше.

Першою перевагою є доступність де віртуальні лабораторії дають змогу проводити експерименти з будь-якої локації, за наявності комп'ютера та інтернету – що особливо важливо для віддалених регіонів, студентів із обмеженими ресурсами або в умовах відсутності реального обладнання [23].

Не менш важливою є безпека та мінімізація ризиків. У біології, хімії, екології, де реальні експерименти можуть бути небезпечними або потребувати дорогих реактивів, віртуальні лабораторії дозволяють уникнути фізичного контакту з реагентами, обладнанням, спрощують роботу та знижують ризики [10].

Наступною перевагою є можливість гнучкого та незалежного навчання. Студенти можуть працювати у своєму темпі, повторювати експерименти,

аналізувати результати, отримувати зворотний зв'язок, що сприяє глибшому засвоєнню матеріалу [23].

Підтримка навчання в STEM-дисциплінах є також однією з переваг за допомогою якої у природничо-математичних та технічних дисциплінах віртуальні лабораторії дають змогу моделювати складні або небезпечні процеси, проводити лабораторні роботи, які в умовах класичної школи могли бути недоступні через ресурсні обмеження [38].

Останньою перевагою є можливість комбінованого підходу. Віртуальні лабораторії часто виступають як доповнення до фізичних експериментів: вони можуть слугувати введенням, підготовкою або повторенням практичних занять, що підвищує загальну ефективність навчального процесу [35].

Аналіз наукових робіт показує, що віртуальні лабораторії вже сьогодні є важливим інструментом модернізації освітнього процесу. Дослідження Н. Вараксіна визначили їх як перспективний засіб для формування практичних навичок студентів у різних дисциплінах [4].

Огляд досліджень підтверджує, що віртуальні та віддалені лабораторії – перспективне рішення для формування компетентностей XXI століття, розвитку самостійності, дослідницького підходу, комунікативних і кооперативних навичок, а також для адаптації освітнього процесу до умов змішаного або дистанційного навчання.

1.3. Аналіз вітчизняного та зарубіжного досвіду використання віртуальних лабораторій у закладах освіти

У контексті цифровізації освіти та зростаючої потреби в гнучких формах навчання віртуальні лабораторії дедалі частіше розглядаються як важливий інструмент модернізації освітнього процесу як в Україні, так і за кордоном. У цьому підрозділі здійснено критичний аналіз вітчизняних і міжнародних практик використання віртуальних лабораторій, їх переваг, викликів та умов реалізації.

В Україні існують дослідження, які документують впровадження віртуальних лабораторій у навчальний процес закладів вищої освіти. Зокрема, у

статті «Віртуальні лабораторії в біологічній освіті: моделювання експериментальних досліджень» показано, що застосування віртуальних лабораторій у біологічній освіті суттєво розширює можливості практичної підготовки студентів – дає змогу моделювати лабораторні експерименти, отримувати досвід без потреби у фізичній лабораторії, реактивах чи спеціальному обладнанні. Це зокрема створює безпечне, доступне та інтерактивне середовище для практичних занять, сприяє глибокому засвоєнню теоретичних знань і формуванню практичних навичок [10].

Окрім природничих дисциплін, віртуальні середовища розглядаються і як засіб інклюзивної освіти – як частина цифрових освітніх ресурсів, здатних забезпечити доступ до навчання незалежно від фізичних можливостей студента. Наприклад, у роботі «Віртуальні навчальні середовища як інструмент інклюзивної освіти» підкреслюється, що цифрові середовища можуть сприяти доступності освіти для широкого кола здобувачів [22].

Загалом, вітчизняний досвід є ще доволі фрагментарним, часто обмеженим окремими ініціативами або дослідженнями окремих дисциплін, але демонструє позитивний тренд щодо прийняття віртуальних лабораторій як допоміжного або альтернативного засобу практичної підготовки, особливо у контексті обмежених ресурсів або віддаленості.

Міжнародні дослідження пропонують значно ширший спектр досвіду, типів лабораторій, педагогічних підходів і наукових висновків щодо ефективності віртуальних і віддалених лабораторій у різних галузях – від інженерії до природничих, ІТ та кібербезпеки.

У дослідженні «Virtual Laboratories in Tertiary Education: Case Study Analysis by Learning Theories» проаналізовано дизайн, педагогіку та результати застосування віртуальних лабораторій у вищій освіті (ІСТ-курси). Автори доводять, що правильно спроектовані віртуальні лабораторії сприяють ефективному навчання, формуванню практичних навичок і кращому засвоєнню матеріалу [35].

У статті «Remote labs in higher engineering education: engaging students with active learning pedagogy» показано, що віддалені лабораторії з реальним обладнанням (remote labs), доступні через інтернет-інтерфейси, можуть бути ефективним засобом для інженерної освіти. Вони дають змогу студентам виконувати експерименти практично з будь-якої точки, а впровадження активного навчання (active learning) підвищує їхню залученість, стимулює застосування теорії на практиці [41].

Останні мета-аналізи та систематичні огляди також підтверджують, що віртуальні та віддалені лабораторії можуть за результатами навчання бути не гіршими, ніж традиційні фізичні. Наприклад, у роботі «Online laboratories for science education: a summary of evidence» узагальнено результати багатьох досліджень – виявлено, що online-лабораторії (включно з віртуальними та remote labs) забезпечують результати навчання, порівнянні з традиційними лабораторними заняттями, за умови правильної організації, підготовки викладачів, інтеграції онлайн і офлайн компонентів, адекватного зворотного зв'язку та оцінювання [33].

Також у новітніх оглядах, як «Virtual Laboratories in STEM Education: A Scoping Literature Review on E-Learning Innovation», підкреслюється, що віртуальні лабораторії відіграють ключову роль у сучасній STEM-освіті як інноваційний e-learning засіб, що забезпечує гнучкість, доступність, можливість експериментування незалежно від ресурсів, а також сприяє розвитку компетентностей XXI століття [33].

Крім того, новітні технології – VR/AR, 3D-моделювання – розширюють можливості віртуальних лабораторій, створюючи більш реалістичне, занурювальне середовище, яке може підвищити мотивацію, залученість та якість навчання. Наприклад, в роботі «The V-Lab VR Educational Application Framework» представлено фреймворк для створення VR-лабораторій, що імітують наукові експерименти. Це свідчить про розвиток інфраструктури і технологій, які можуть бути застосовані і в умовах вищої освіти [43].

На основі аналізу вітчизняних і зарубіжних джерел, можна виділити наступні переваги, виклики і умови успішного впровадження віртуальних лабораторій.

Віртуальні лабораторії мають низку важливих переваг. Передусім вони забезпечують високу доступність і гнучкість: студенти можуть виконувати практичні завдання незалежно від місця перебування, часу чи наявності фізичної лабораторії. Це особливо цінно там, де немає можливості працювати з дорогим або дефіцитним обладнанням. Крім того, такі середовища підвищують безпеку та дають змогу суттєво економити ресурси, адже експерименти з небезпечними речовинами або складними приладами відбуваються без ризику та без потреби у спеціально облаштованих приміщеннях.

Ще однією перевагою є можливість масштабування: студенти з різних регіонів та із різним рівнем доступу до освітніх ресурсів отримують однакові умови для навчання. Використання віртуальних лабораторій також сприяє активному й самостійному навчанню — вони стимулюють критичне мислення, вміння планувати та аналізувати експерименти, а також дозволяють повторювати досліди у зручний час. Сучасні технології, такі як 3D-моделювання, VR і AR, роблять освітній процес більш захопливим і створюють ефект занурення, максимально наближений до реальної лабораторної роботи.

Разом із тим існують і певні виклики. У багатьох країнах впровадження таких інструментів поки що залишається фрагментарним та нерівномірним, і український контекст не є винятком. Ефективність віртуальних лабораторій значною мірою залежить від підготовки викладачів, наявності методичного забезпечення та адаптованих навчальних програм. Не можна оминути й технічні обмеження: для стабільної роботи потрібні надійний інтернет і сучасна техніка, а VR/AR-технології вимагають ще потужнішого обладнання.

Важливим викликом залишається розрив між симуляцією та реальним досвідом, оскільки не всі практичні навички можна повністю відтворити у віртуальному середовищі. У деяких випадках необхідне поєднання віртуальних і традиційних лабораторних занять. Нарешті, досі відсутні загальноприйняті

стандарти оцінювання роботи студентів у таких середовищах, хоча дослідження у сфері learning analytics поступово рухаються в цьому напрямку.

Аналіз вітчизняного і зарубіжного досвіду переконує, що віртуальні лабораторії – це не просто модна технологія, а реальна інновація, здатна підвищити якість, доступність і гнучкість практичної підготовки у вищій освіті. Зарубіжний досвід показує, що при правильному дизайні, педагогічному супроводі та інфраструктурній підтримці такі лабораторії можуть бути ефективними навіть у технічно складних і спеціалізованих дисциплінах. Вітчизняні ініціативи, хоча й менш масштабні, демонструють позитивні результати і мають великий потенціал, особливо в контексті обмежених ресурсів, віддаленості або необхідності адаптації освіти до сучасних викликів.

Для успішного впровадження необхідний системний підхід, який включає оновлення навчальних програм, розробку методичних матеріалів, підготовку кадрів, створення інфраструктури та стимулів. Віртуальні лабораторії можуть стати вагомим елементом модернізації освітньої системи, інтегрувати Україну в світову практику STEM-освіти та забезпечити доступ до якісної практичної підготовки для широкого кола студентів.

1.4. Аналіз навчальних дисциплін і тем, де доцільне застосування віртуальних лабораторій

Віртуальні лабораторії є одним із найефективніших інноваційних засобів навчання, особливо у природничо-наукових дисциплінах, де проведення практичних експериментів є надзвичайно важливим для формування глибоких знань і практичних навичок. Завдяки можливості моделювати складні та небезпечні явища, віртуальні лабораторії дозволяють студентам досліджувати процеси, які важко реалізувати у фізичних лабораторіях через високі витрати, ризики чи технічні обмеження. Застосування у таких дисциплінах як біологія, хімія, фізика, екологія та матеріалознавство є надзвичайно доцільним, оскільки це сприяє безпечнішому, доступнішому й ефективнішому засвоєнню навчального матеріалу [15].

У біології, наприклад, віртуальні лабораторії забезпечують можливість вивчення структури клітин, процесів ділення, генетичних механізмів та екосистем без необхідності роботи з живими об'єктами. Це забезпечує етичність досліджень і дозволяє кожному студенту індивідуально працювати з інтерактивними моделями, поглиблюючи розуміння предмета та активізуючи пізнавальну діяльність [9].

В хімії віртуальні лабораторії розкривають переваги безпечного проведення реакцій, дослідження властивостей речовин і можливість проведення експериментів без ризиків, пов'язаних із використанням токсичних чи горючих матеріалів. Це робить навчання доступним і водночас зберігає екологічну безпечність освітнього процесу.

У фізиці віртуальні лабораторії дають змогу моделювати явища, наприклад, електромагнітні процеси, кінематику, хвилі, квантові ефекти, що часто є недоступними для класичних лабораторій. Завдяки динамічній візуалізації і можливості змінювати параметри, студенти набувають досвіду розв'язання складних задач і розуміння фундаментальних законів [16].

Інформатика за допомогою віртуальних лабораторій розвиває практичні навички програмування, алгоритмізації, роботи з базами даних і моделювання різноманітних технологічних процесів. Це сприяє розвитку компетенцій, необхідних для сучасного цифрового ринку праці, а також формує навички дослідницької діяльності і логічного мислення [23].

В екології віртуальні лабораторії використовуються для моделювання впливу антропогенних факторів на навколишнє середовище, оцінки екологічних ризиків, що сприяє формуванню екологічної свідомості та компетентності в питаннях сталого розвитку [3].

Матеріалознавство, як міждисциплінарна галузь, використовує віртуальні лабораторії для дослідження структури і властивостей матеріалів, розробки нових технологій і контролю якості, що є чи не найкращою ілюстрацією застосування інноваційних методів у практичній підготовці фахівців [26].

Особливе місце в освітньому процесі посідають STEM-дисципліни (наука, технології, інженерія, математика), де віртуальні лабораторії сприяють формуванню комплексних навичок дослідника, стимулюють міждисциплінарне мислення. Моделі інтерактивних експериментів дозволяють студентам опановувати теоретичний матеріал і практичні уміння у безпечному, гнучкому середовищі [7].

Інтеграція віртуальних лабораторій до навчальних дисциплін є особливо доцільною у темах, які містять потенційно небезпечні чи дорогі для реалізації експерименти. Завдяки цьому знижується ризик для здоров'я, зникає потреба у великих фінансових ресурсах, а студент отримує можливість неодноразового повторення складних процедур

Важливо, що віртуальні лабораторії не лише розширюють доступ до практичних завдань, але й сприяють розвитку навичок самостійної роботи, аналізу і контролю результатів, що особливо важливо у контексті змішаного та дистанційного навчання, де учні виконують багато завдань автономно [40].

Застосування віртуальних лабораторій у міждисциплінарних курсах створює унікальні умови для формування комплексних компетенцій, які суміщають знання з різних галузей науки та техніки. Такі курси допомагають студентам розвивати комплексне мислення, вчать їх аналізувати комплексні проблеми з різних точок зору, а також формують здатність інтегрувати теоретичні знання і практичні уміння. Це особливо важливо для підготовки фахівців, здатних працювати у динамічних умовах сучасного ринку праці, де міждисциплінарність та адаптивність є ключовими рисами професіонала. Використання віртуальних лабораторій у таких курсах дозволяє імітувати складні реальні процеси, що підсилює інтерактивність навчання і підвищує якість освітнього досвіду [6].

При плануванні навчального процесу з використанням віртуальних лабораторій дуже важливо враховувати рівень цифрової компетентності як студентів, так і викладачів. Для максимальної ефективності впровадження необхідна поступова адаптація навчальних сценаріїв з урахуванням

особливостей кожної аудиторії. Методична підтримка має включати тренінги, консультативну допомогу та доступ до навчальних ресурсів, що дозволяє знизити рівень стресу і забезпечити комфортне оволодіння новими технологіями. Підвищення цифрових навичок покращує якість взаємодії учасників освітнього процесу з віртуальними лабораторіями, робить навчання більш продуктивним і привабливим [5].

Крім того, у технічних і інженерних спеціальностях застосування віртуальних лабораторій є одним із найпотужніших засобів підвищення практичної підготовки. Вони надають можливість моделювати роботу сучасного складного обладнання, вивчати технічні системи, проводити аналіз помилок і відпрацьовувати технологічні процеси, що є надзвичайно складним у фізичних лабораторіях через високі фінансові та організаційні бар'єри. Таке використання суттєво підвищує рівень професійної компетентності студентів, готуючи їх до реальних умов роботи [43].

У сучасних умовах педагогічна ефективність віртуальних лабораторій також визначається їхньою роллю у підвищенні мотивації студентів і розвитку самостійності. Користування інтерактивними моделями дозволяє учням і студентам самостійно досліджувати, аналізувати і робити висновки, що стимулює глибше засвоєння матеріалу і формує стійкий інтерес до навчання. Таким чином, віртуальні лабораторії не просто доповнюють традиційні методи, а служать активізаторами пізнавальної діяльності та творчого підходу до вивчення науки [32].

Сучасні платформи для віртуальних лабораторій пропонують широкий вибір інструментів, що включають інтерактивні моделі, анімації, можливість варіювати умови експериментів, проводити детальний аналіз і візуалізацію результатів, а також формувати звіти і презентації. Це робить процес навчання різноманітним, гнучким і адаптивним до різних стилів і темпів навчання студентів, що значно сприяє індивідуалізації освітнього процесу і підвищенню його якості [39].

Важливим напрямом є те, що використання віртуальних лабораторій особливо сприяє впровадженню змішаного навчання, дозволяючи поєднувати автономну роботу здобувачів освіти з інтерактивною підтримкою викладача. Такий підхід підсилює загальну ефективність освітнього процесу, робить його більш гнучким, адаптованим до індивідуальних потреб, і водночас зберігає можливість безпосередньої взаємодії і контролю якості навчання [29].

Підсумовуючи, віртуальні лабораторії є потужним інструментом для формування комплексних дослідницьких і практичних компетенцій у студентів, що стимулюють розвиток критичного мислення, самостійності, відповідальності і творчості. Ці фактори є ключовими для сучасної освіти, що орієнтується на розвиток конкурентоздатних фахівців нового покоління, здатних ефективно працювати у різних сферах науки, техніки і технологій у цифрову епоху.

Такі лабораторії підтримують формування навичок критичного мислення, розвивають дослідницькі компетенції та забезпечують безперервність освітнього процесу незалежно від форми навчання і локації студентів.

Таким чином, аналіз навчальних дисциплін і тем, що вивчаються підтверджує, що віртуальні лабораторії є незамінним інструментом для природничо-наукових, технічних і міждисциплінарних сфер, сприяючи якісному та безпечному опануванню теоретичних знань і формуванню практичних навичок студентів.

1.5. Вибір та характеристика інструментів і платформ

Вибір платформи для віртуальних лабораторій на уроках інформатики повинний базуватися на кількох ключових критеріях: функціональність, зручність використання, інтерактивність, відповідність навчальній програмі та доступність для учнів. PhET, Labster, Arduino Simulator та інші платформи є популярними серед освітян через широкий спектр навчальних інструментів і можливість реалізації комплексних практичних завдань. Для ефективної організації роботи учнів на уроках інформатики необхідно детально розглянути особливості кожної із них.

PhET Interactive Simulations – це один із найпоширеніших у світі інструментів, розроблений фізиками з Університету Колорадо (рис. 1.2.). Він надає понад 150 інтерактивних симуляцій з фізики, хімії, біології, земних наук і математики, що є безкоштовними і доступними для навчання у школах. Перевага PhET полягає у простоті інтерфейсу, високій якості візуалізації та мнемонічних анімаціях, які допомагають краще усвідомити навчальний матеріал. Ці симуляції активно використовуються для створення лабораторних завдань, де учні можуть змінювати умови експерименту і спостерігати результати у реальному часі. Програмне забезпечення також дозволяє інтегрувати симуляції у дистанційні уроки, що дуже актуально для змішаного навчання.

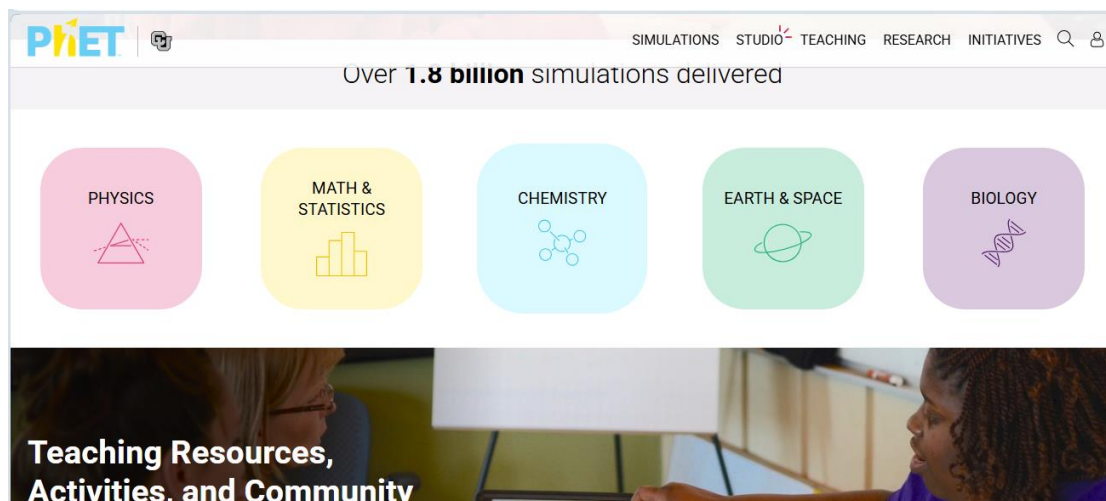


Рис.1.2. PhET Interactive Simulations

Labster – це комерційна платформа, що пропонує комплексні віртуальні лабораторії зі складною інтерактивністю (рис. 1.3.). Вона надає можливість користувачу не лише керувати усіма етапами експерименту, а й занурюватися в навчання через імерсивні анімації і віртуальні тури лабораторіями. Labster підходить для вищої освіти і здатна охоплювати багато тем, що використовуються в курсах з біології, хімії, фізики та інженерії. Її доволі висока вартість компенсується глибиною функціоналу і можливістю збільшення у майбутньому за рахунок нових модулів. Для уроків інформатики Labster корисна для моделювання різних технологічних процесів і біолабораторних сценаріїв [36].

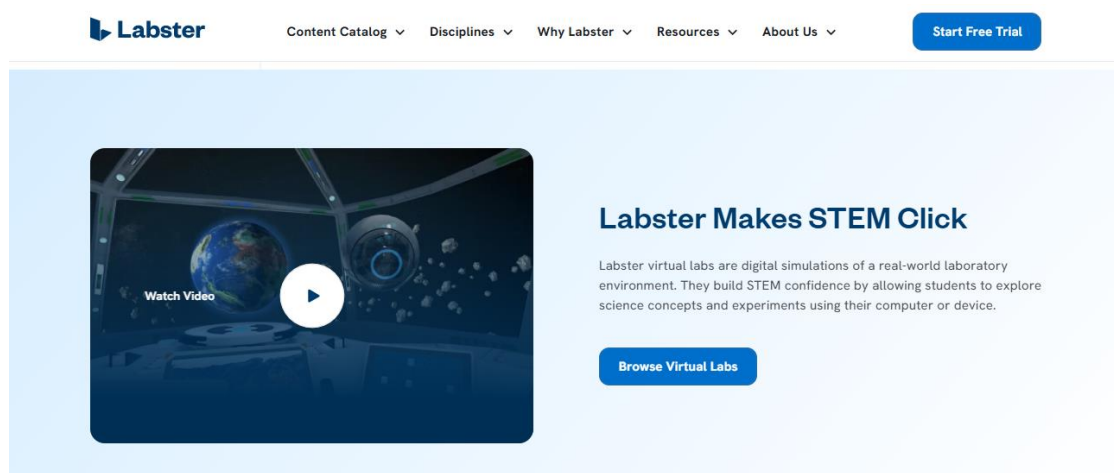


Рис. 1.3. Комерційна платформа Labster

Arduino Simulator – це спеціалізований симулятор, що імітує роботу платформи Arduino, широко використовується в курсах інформатики й програмування для розробки проєктів у сфері електроніки, робототехніки та інтернету речей (рис.1.4). Arduino Simulator дозволяє студентам писати, тестувати і відлагоджувати код для Arduino різних моделей без необхідності наявності фізичного обладнання. Це особливо корисно для змішаного навчання, оскільки учні можуть працювати вдома та демонструвати результати викладачу онлайн.

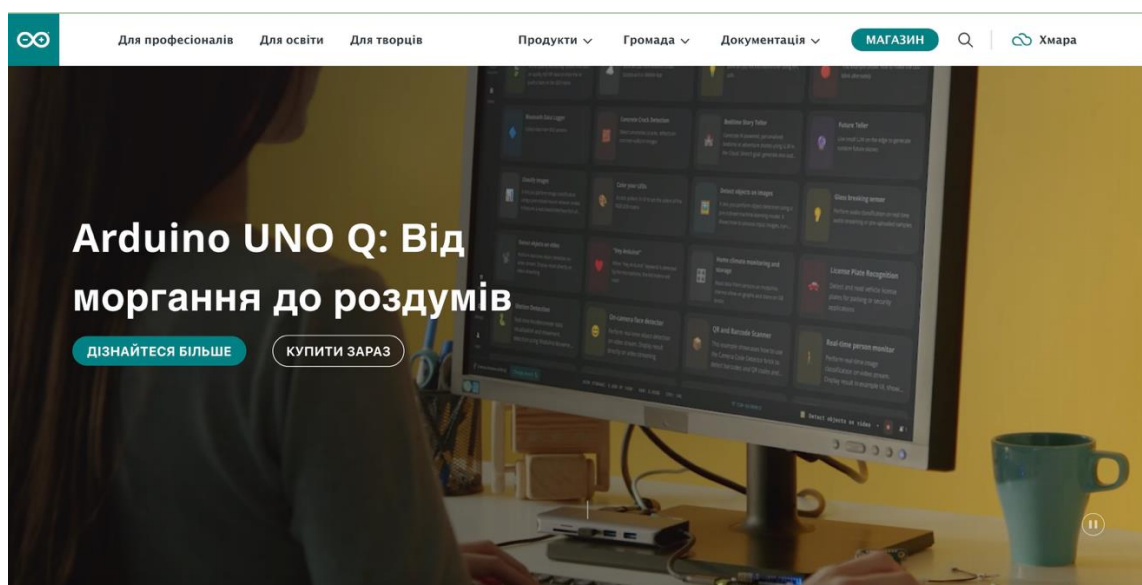


Рис. 1.4. Arduino Simulator

Virtual Labs – це загальний термін для численних платформ, які забезпечують проведення лабораторних робіт у режимі онлайн із застосуванням різних технологій – від простих симуляторів до складних систем з інтерактивними 3D-моделями (рис.1.5). Вони часто включають теоретичні матеріали, методичні вказівки, систему тестування та інструменти для обговорення результатів, що робить їх добрим вибором для комплексного формування знань і умінь учнів. Virtual Labs можуть використовуватися для створення міждисциплінарних завдань [42].

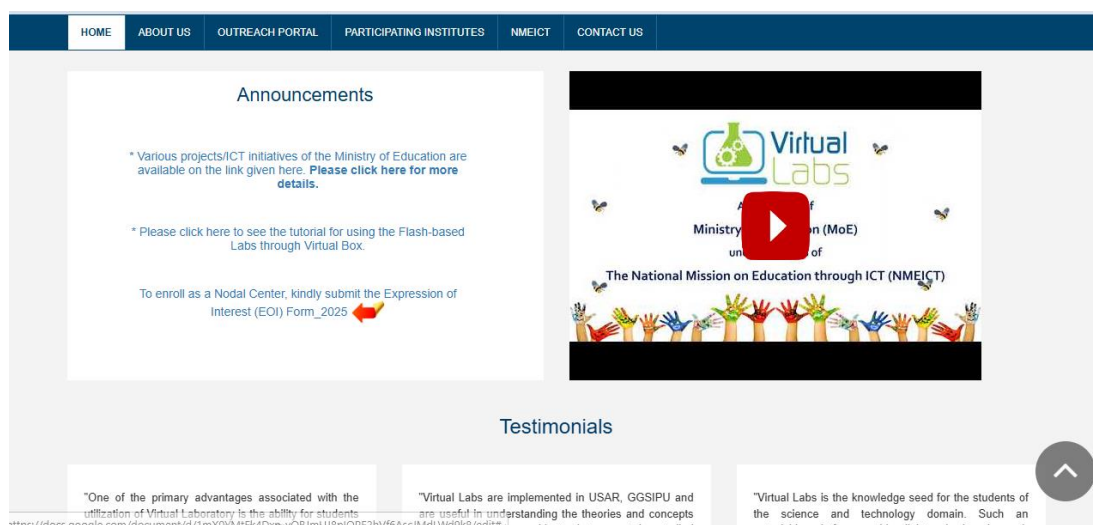


Рис. 1.5. Платформа Virtual Labs

Практичний вибір платформи для уроків інформатики залежить від специфіки навчальної програми. Для початкових та середніх класів PhET є оптимальним варіантом завдяки безкоштовності, простоті і великій кількості готових симуляцій, що сприяє доступному і наочному засвоєнню матеріалу. Для старших учнів і студентів, які займаються більш складними проектами і експериментами, доцільно використовувати Labster чи Arduino Simulator, які дають більш глибокі можливості та розвивають фахові компетенції.

Використання PhET на уроках інформатики може бути спрямоване на вивчення фізичних основ електронних пристроїв, алгоритмів роботи сенсорів, систем автоматизації, що допоможе залучити учнів у STEM-напрямок, що є важливою складовою сучасної освіти. Завдання можна будувати у вигляді

квестів або проектів з елементами гейміфікації, що підвищує мотивацію і залученість.

Labster надає інтерактивні кейси формату лабораторних досліджень, у яких учні можуть взаємодіяти зі складним обладнанням, планувати експерименти і робити висновки. На уроках можна використовувати Labster для опанування таких тем, як біоінформатика, моделювання біологічних систем або вивчення складних алгоритмів, що зростає актуальність із розвитком науки.

Arduino Simulator дозволяє учням розробляти та тестувати керуючі програми для роботів і різноманітних систем автоматики, що підсилює зв'язок теоретичних знань з практичними навичками. Його використання сприяє розвитку критичного мислення, алгоритмічного підходу, навичок програмування та інженерної творчості.

Virtual Labs мають гнучкість і масштабованість, адже можуть бути адаптовані як для індивідуальної, так і для групової роботи, підходити для різних рівнів підготовки. Це особливо корисно для змішаного навчання, де учні виконують частину завдань вдома, а потім обговорюють результати з викладачем у класі або онлайн.

Для створення інтегрованих завдань можна поєднувати ці платформи: наприклад, на базі PhET забезпечити базове освоєння теми, на Labster – більш глибокий експериментальний досвід, а Arduino Simulator використати на практичних роботах із програмування й електроніки. Такий підхід дозволяє реалізувати міждисциплінарне навчання і максимально ефективно використовувати ресурси.

При виборі платформ важливо також врахувати технічні можливості закладу і наявність інтернет-з'єднання, адже деякі платформи потребують високошвидкісного інтернету та сучасних пристроїв для повноцінного функціонування. Якщо ці умови не досяжні, слід обирати легші й офлайн-можливості, що можуть забезпечити схожу освітню цінність [1].

Ще одним важливим критерієм є простота використання для учнів і викладачів. Для успішної інтеграції у навчальний процес платформи повинні

мати інтуїтивний інтерфейс, доступні інструкції і підтримку, що зменшує бар'єри до впровадження і підвищує зацікавленість учасників [17].

Великою перевагою цих платформ є наявність готових методичних матеріалів і сценаріїв занять, що значно спрощує планування уроків та дозволяє викладачу сфокусуватися на педагогічній складовій, а не на технічних нюансах організації [17].

Формат завдань із використанням віртуальних лабораторій сприяє формуванню навичок самооцінки та рефлексії, оскільки багато платформ пропонують автоматичне оцінювання та статистику виконання, що допомагає учням і викладачам слідкувати за прогресом і коригувати навчання [27].

Врахування масштабованості та потенціалу оновлення ресурсів є додатковим аспектом вибору, адже сучасні платформи постійно розвиваються і додають нові можливості, що варто враховувати при плануванні довгострокової стратегії викладання [1].

Загалом, використання PhET, Labster, Arduino Simulator та Virtual Labs дає можливість створювати багатокомпонентні, мотивуючі і практично орієнтовані завдання, які відповідають вимогам сучасного змішаного навчання та готують учнів до викликів цифрового світу.

Висновки до першого розділу

Змішане навчання постає як цілісна педагогічна концепція, що поєднує очні та цифрові формати з метою підвищення ефективності навчання, індивідуалізації й гнучкості освітнього процесу. Аналіз наукових підходів демонструє, що blended learning не є просто набором технологій, а передбачає структурну перебудову освітнього середовища, нові ролі викладача та студента й адаптивне поєднання різних моделей — ротаційної, гнучкої, самостійного змішування та поглибленої віртуальної. Сучасні дослідження підкреслюють його потенціал у персоналізації навчання, розвитку цифрових компетентностей та реалізації компетентнісного підходу, а також вказують на тренд переходу від статичних моделей до адаптивних систем навчання.

Віртуальні лабораторії є інноваційним засобом практичної підготовки, що створює безпечне, доступне та інтерактивне середовище для моделювання реальних експериментів у цифровому форматі. Вони забезпечують можливість виконання лабораторних робіт незалежно від ресурсних обмежень, підвищують безпеку, дозволяють працювати у власному темпі та підтримують навчання в STEM-дисциплінах. Різноманіття типів віртуальних лабораторій — від простих симуляцій до VR-рішень та віддалених лабораторій — свідчить про їхній високий потенціал у формуванні практичних, дослідницьких і цифрових компетентностей студентів. Аналіз джерел підтверджує, що такі інструменти стають важливою складовою сучасної змішаної та дистанційної освіти.

Порівняння вітчизняного та міжнародного досвіду показує, що віртуальні лабораторії ефективно розширюють можливості практичної підготовки, забезпечуючи доступність, гнучкість і якісне відтворення експериментальної діяльності. Українські дослідження підтверджують їхню результативність у природничих дисциплінах, хоча застосування ще є фрагментарним і потребує методичної та технічної підтримки. Зарубіжна практика демонструє ширше впровадження — від дистанційно керованих лабораторій до VR-середовищ — і підтверджує, що такі платформи за ефективністю можуть бути співмірними з традиційними лабораторіями. Водночас їх успішність залежить від інфраструктури, підготовки педагогів та відповідної інтеграції в освітні програми.

Аналіз психолого-педагогічних особливостей використання віртуальних лабораторій свідчить, що їх ефективність значною мірою залежить від того, наскільки вони враховують закономірності навчально-пізнавальної діяльності студентів. Віртуальні лабораторії сприяють розвитку дослідницьких умінь, формуванню критичного мислення, підвищенню навчальної мотивації та активізації пізнавальної діяльності за рахунок інтерактивності й можливості безпечного експериментування. Водночас їх застосування потребує продуманої педагогічної підтримки: чітких інструкцій, дидактичного дизайну, адаптації завдань до рівня підготовленості студентів та організації рефлексивних етапів.

Такий підхід дозволяє максимально розкрити потенціал цифрових симуляцій у формуванні компетентностей і забезпечує психологічний комфорт навчання.

Систематизація методичних підходів до впровадження віртуальних лабораторій у змішаному навчанні показує, що їх результативність забезпечується поєднанням технологічних можливостей і педагогічної доцільності. Ефективні стратегії включають інтеграцію віртуальних лабораторій у моделі ротації та гнучкого формату, використання їх для попереднього ознайомлення з матеріалом, моделювання експериментів, підготовки до очних робіт і формування дослідницьких навичок. Методично обґрунтоване застосування передбачає розробку сценаріїв роботи, поетапну інструкцію, критерії оцінювання та комбінування віртуальних і реальних практичних завдань. Таким чином, віртуальні лабораторії стають не окремим цифровим елементом, а органічною складовою сучасного освітнього середовища, що підсилює практикоорієнтованість та якість навчання.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ВПРОВАДЖЕННЯ ВІРТУАЛЬНИХ ЛАБОРАТОРІЙ У ПРОЦЕС ЗМІШАНОГО НАВЧАННЯ

2.1. Розробка моделі організації змішаного навчання з використанням віртуальних лабораторій

Розроблення концептуальної схеми моделі змішаного навчання передбачає визначення ключових компонентів та принципів їхньої інтеграції в єдиний дидактичний простір. Модель спирається на ідею поєднання традиційного аудиторного навчання із цифровими освітніми середовищами, що забезпечують виконання лабораторних робіт у віртуальних симуляторах. Концептуально модель відображає взаємодію двох домінантних освітніх компонентів: аудиторної діяльності, орієнтованої на пояснення, демонстрацію та груповий аналіз, і онлайн-навчання, спрямованого на самостійне опанування практичних навичок у віртуальних лабораторіях.

У своїх дослідженнях виходимо з того, що «модель» – це спеціально сконструйована педагогічна система, що відтворює в узагальненій формі структуру, зв'язки та функції реального освітнього процесу й дає змогу прогнозувати результати його впровадження [19].

Під час розроблення моделі організації змішаного навчання з використанням віртуальних лабораторій на шкільному рівні враховується специфіка навчальної дисципліни, вікові та психологічні особливості учнів, а також технічні можливості закладу освіти. Концепція передбачає інтеграцію традиційного аудиторного навчання та сучасних цифрових технологій, зокрема віртуальних лабораторій, що слугують засобом підвищення рівня практичної підготовки. Основою для побудови такої моделі є ротаційна система та система збагаченого віртуального навчання. У першому випадку забезпечується чергування очних і онлайн-активностей, де одним із ключових елементів стає виконання лабораторних завдань у цифровому середовищі. У другому випадку учень отримує можливість працювати дистанційно в індивідуальному темпі,

використовуючи симулятори та цифрові платформи для формування практичних навичок.

У межах дослідження створено модель змішаного навчання з інформатики, у центрі якої знаходиться систематичне застосування віртуальних лабораторій для формування навичок роботи з 3D-графікою та елементами апаратного програмування. Її структура поєднує традиційні форми навчання, спрямовані на пояснення теоретичного матеріалу, демонстрацію алгоритмів і колективне обговорення, із цифровими видами діяльності, що передбачають виконання завдань у середовищах Tinkercad і Tinkercad Circuits. Центральним елементом функціонування такої системи є «цифрова лабораторія класу», яка забезпечує можливість створення віртуальних груп, надання доступу до симуляцій, керування навчальними матеріалами та моніторинг індивідуального прогресу.

Модель змішаного навчання будується як цикл, що включає підготовчий, лабораторний і рефлексивно-оцінювальний етапи. Перший етап забезпечує засвоєння базових понять, ознайомлення з інструментами та правилами цифрової безпеки. Другий етап орієнтується на виконання симульованих експериментів і створення технічних моделей. Третій етап присвячується осмисленню результатів, аналізу помилок і презентації виконаних робіт. Така структура дозволяє реалізувати ротаційний принцип: коли частина учнів працює у віртуальних лабораторіях, інші учасники виконують проєктні або аналітичні завдання офлайн, після чого групи змінюються.

Розроблення концептуальної моделі ґрунтується на визначенні ключових компонентів і принципів їх інтеграції у єдиний дидактичний простір. Її основою є поєднання технологічно насичених онлайн-середовищ та традиційного аудиторного формату, що забезпечує можливість переходу учнів від теоретичного пояснення до практичного експериментування та подальшого аналізу.

Модель змішаного навчання

Аудиторне навчання	Онлайн-складова
• Пояснення теорії • Колективне обговор. • Робота в групах	• Віртуальні лабораторії • Індивідуальна робота з симуляціями • Автоматизований контроль
Спільний елемент: цифрова лабораторія (відстеження прогресу, надання завдань, підтримка учнів)	

У структурному плані модель включає теоретико-методичний, практично-операційний та аналітико-оцінювальний компоненти. Теоретико-методичний компонент забезпечує ознайомлення з базовими поняттями й технологіями, необхідними для подальшої роботи. Практично-операційний компонент пов'язаний із виконанням лабораторних завдань у цифрових середовищах, де учні мають можливість конструювати, моделювати й тестувати технічні об'єкти. Аналітико-оцінювальний компонент спрямований на рефлексію, усвідомлення помилок та оцінку ефективності виконання завдань.

Зазначена трикомпонентна структура є важливою тому, що вона забезпечує цілісність процесу навчання у змішаному форматі та дозволяє поєднати теоретичні знання з практичними діями та подальшим осмисленням результатів. Теоретико-методичний компонент створює необхідне інтелектуальне підґрунтя: учні не просто виконують дії у цифровому середовищі, а розуміють принципи, на яких вони ґрунтуються. Це формує усвідомленість і підготовленість до роботи у віртуальній лабораторії, зменшує технічні бар'єри та підсилює мотивацію, адже учні бачать логіку й цінність подальших завдань.

Практично-операційний і аналітико-оцінювальний компоненти забезпечують розвиток ключових компетентностей, які неможливо сформувати тільки через роз'яснення або демонстрацію. Практична діяльність дозволяє учням переходити від абстрактних понять до реальних дій, що активізує мислення, сприяє глибшому засвоєнню матеріалу та формує навички роботи з технологіями, які відповідають сучасним STEM-вимогам. Аналітичне осмислення результатів допомагає учням побачити причинно-наслідкові зв'язки,

виправити власні помилки та сформувати здатність до самооцінювання. Таким чином, модель не лише структурує навчальний процес, а й забезпечує його ефективність, сприяючи розвитку відповідальності, критичного мислення й автономності учнів.

Методична модель організації змішаного навчання вибудовується на структуризації навчального циклу за етапами, що забезпечують поетапне формування компетентностей. В її основу покладено діяльнісний підхід, принципи індивідуалізації навчання, інтерактивності та компетентнісної спрямованості. Логіка навчального циклу складається з підготовчого, лабораторного, аналітичного та оціночно-рефлексивного етапів, кожен з яких має власну мету та специфічні форми діяльності учителя й учнів [14].

Таблиця 2.2

Етапи організації змішаного навчання

Етап	Мета	Діяльність учителя	Діяльність учнів	Інструменти
Підготовчий	Формувати базові знання	Пояснення матеріалу, демонстрації	Перегляд, конспектування, формулювання гіпотез	Презентації, відео, інтерактивні моделі
Лабораторний	Розвинути практичні навички	Інструктаж, консультування	Виконання завдань, збір даних	Tinkercad, Circuits, 3D-редактори
Аналітичний	Усвідомити результати	Модерація дискусії	Аналіз помилок, узагальнення	Форум, Jamboard, Padlet
Оцінювальний	Визначити рівень опанування	Формувальне та підсумкове оцінювання	Самооцінка, взаємооцінка	Тести, рубрики, презентації

Для забезпечення системності впровадження моделі сформовано алгоритм, що охоплює діагностику цифрової компетентності учнів і технічного забезпечення школи, проєктування навчального модуля, розроблення методичних матеріалів, створення цифрової лабораторії класу, реалізацію навчального циклу та підсумковий аналіз ефективності. Такий підхід гарантує відтворюваність моделі та її адаптацію до умов різних закладів освіти.

Функціонування змішаного навчання передбачає переосмислення ролей учасників освітнього процесу: учитель виконує функції інструктора, модератора та консультанта; учень стає активним суб'єктом пізнавальної діяльності, відповідальним за власну траєкторію навчання; адміністрація школи забезпечує організаційно-технічну підтримку й нормативне підґрунтя. Така трикомпонентна взаємодія формує стійку комунікативну структуру моделі.



Рис. 2.1. Схема взаємодії учасників освітнього процесу

Ротаційна модель змішаного навчання, що застосовується у цифровому середовищі, передбачає чергування навчальних станцій. Така ротація сприяє диференціації навчального процесу, оптимізації використання комп'ютерної техніки, забезпеченню індивідуального темпу й підвищенню мотивації учнів.

У межах такої моделі учні послідовно переходять між різними «станціями»: роботою з учителем, груповою взаємодією, самостійними практичними завданнями за комп'ютером чи у віртуальній лабораторії, що забезпечує гнучкий розподіл часу й ресурсів. Завдяки цьому відбувається диференціація навчання: сильніші учні можуть працювати у більш інтенсивному темпі над складнішими завданнями, тоді як інші отримують додаткові пояснення або тренувальні вправи [20].

Саме ротаційний принцип дозволяє оптимізувати використання комп'ютерної техніки й цифрових лабораторій, оскільки з ними одночасно працює не весь клас, а окремі групи, що зменшує потребу в обладнанні.

Поєднання коротких очних інструктажів, групової роботи й індивідуальної онлайн-практики підтримує індивідуальний темп навчання й підсилює мотивацію, бо учні частіше змінюють види діяльності та отримують швидкий зворотний зв'язок від симуляторів і викладача [13].

Таблиця 2.3.

Приклад організації ротації в комп'ютерному класі

Станція	Зміст роботи	Час	Очікуваний результат
Станція А Теоретична	– Опрацювання навчальних матеріалів, перегляд відео	15 хв	Розуміння ключових понять
Станція В Віртуальна лабораторія	– Робота в Tinkercad Circuits, виконання симуляції	20 хв	Створена й протестована схема
Станція С Аналітична	– Підбиття підсумків, заповнення таблиць, обговорення	15 хв	Уміння інтерпретувати результати

Ефективність змішаного навчання значною мірою залежить від дотримання методичних рекомендацій. Їх наукове обґрунтування передбачає поступове занурення учнів у цифрове середовище, адаптацію завдань відповідно до рівня підготовки, регулярну рефлексію, застосування багатокomпонентної системи оцінювання та використання інструментів візуалізації результатів. Такий підхід сприяє підвищенню якості навчального процесу, розвитку цифрової грамотності та формуванню відповідального ставлення до діяльності.

Для здійснення перевірки знань учнів у змішаному навчання за допомогою віртуальних лабораторій доцільно використовувати критерії. Орієнтовані критерії оцінювання можна запропонувати наступні (таб. 2.4).

Таблиця 2.4.

Критерії оцінювання діяльності учнів у віртуальних лабораторіях

Критерій	Опис	Рівень високий	Рівень середній	Рівень базовий
Точність виконання	Правильність побудови схеми або 3D-моделі	Немає помилок	Є незначні помилки	Завдання виконано частково

Розуміння процесу	Пояснення логіки роботи	Глибоке пояснення	Часткове пояснення	Фрагментарне
Індивідуальний внесок	Активність та самостійність	Висока самостійність	Потребує допомоги	Виконує лише з інструкціями
Презентація результатів	Якість візуалізації, аргументація	Логічно й структуровано	Є пропуски	Неповно або нечітко

Аналіз теоретичних положень і наукових джерел дає підстави стверджувати, що застосування змішаного навчання з використанням віртуальних лабораторій має значний дидактичний потенціал та заслуговує на увагу як перспективний напрям удосконалення освітнього процесу в закладах загальної середньої освіти. Поєднання очних і дистанційних форм навчання з можливостями віртуального експериментування створює умови для активізації пізнавальної діяльності учнів, розвитку мислення та формування практичних умінь у безпечному й доступному освітньому середовищі.

Запропонована модель організації освітнього процесу характеризується універсальністю та гнучкістю, що дозволяє адаптувати її до різних природничо-математичних і технічних дисциплін, а також до різних рівнів підготовки учнів. З огляду на сучасні тенденції цифровізації освіти, така модель може бути рекомендована для поступового впровадження в освітню практику та подальшого науково-методичного опрацювання.

2.2. Методика впровадження віртуальних лабораторій у навчальний процес

Поетапне впровадження віртуальних лабораторій у освітній процес у школі потребує системного, поетапного підходу, який забезпечує поступове занурення учнів у нові форми навчання та підвищення їхньої пізнавальної активності.

У межах проведеного дослідження нами було розроблено цілісну поетапну методику впровадження віртуальних лабораторій у структуру змішаного навчання. Вона ґрунтується на поєднанні класичної пояснювально-

ілюстративної моделі з діяльнісним, дослідницьким і аналітичним компонентами, що забезпечує глибоке залучення учнів до процесу пізнання. Методика складається з п'яти етапів, кожен з яких має свої дидактичні цілі, функції та набір інструментів. Нижче подано узагальнену схему впровадження.



Рис. 2.2. Поетапне впровадження віртуальних лабораторій у освітній процес

Перший етап, що реалізує функції теоретико-методичного компонента, спрямований на підготовку учнів до роботи у цифровому середовищі. На цьому рівні важливо забезпечити розуміння мети та місця віртуального експериментування в загальній структурі курсу, ознайомити здобувачів освіти з функціональними можливостями обраної платформи, її інтерфейсом та правилами безпечної роботи. Поступове введення в цифровий інструментарій знімає первинні труднощі, формує технічну впевненість і створює основу для свідомого використання симуляторів у навчанні.

На етапі педагогічної практики, що проводилася у жовтні поточного року, було зафіксовано підвищену активність і рівень залученості учнів під час роботи у віртуальних лабораторіях за умови чіткого усвідомлення ними мети навчальної діяльності. Зокрема, учні демонстрували більший інтерес та ініціативність тоді, коли на початковому етапі роботи вчитель пояснював значення цифрових

експериментів, окреслював очікувані результати, перелік навичок, що формуються, а також практичну цінність виконуваних завдань.

Це налаштовує учнів на діяльність, знижує первинне напруження та формує внутрішню мотивацію.

У процесі роботи було визначено, що технічна впевненість учнів є ключовою умовою якісного виконання робіт. На цьому етапі застосовується демонстрація, міні-тренінги та покрокові інструкції. Учні знайомляться з:

- навігацією у Tinkercad чи іншій платформі;
- базовими функціями симулятора;
- правилами запуску, зміни параметрів, збереження результатів.

Це формує початкову автономність і усуває страх перед технологічною складністю.

Подальші етапи пов'язані з реалізацією практично-операційного компонента. У центрі цього етапу перебуває активна діяльність учнів — побудова моделей, варіювання параметрів, формування гіпотез і перевірка їх шляхом цифрового експериментування. Віртуальна лабораторія дає змогу відтворювати складні процеси, проводити серії дослідів, експериментувати без ризику та витрат ресурсів, що істотно розширює можливості навчального середовища. Самостійне оперування цифровими об'єктами сприяє розвитку дослідницьких умінь, уміння планувати послідовність дій, аналізувати вплив окремих змінних, а також формує навички роботи з сучасними технологічними інструментами. Важливим аспектом є можливість індивідуалізації практичних завдань: кожен учень може працювати зі своєю моделлю, повторювати операції стільки разів, скільки потрібно для досягнення розуміння, або поглиблювати дослідження через додаткові параметри.

Центральним елементом методики використання віртуальних лабораторій є практичне моделювання. Учні працюють зі схемами, 3D-моделями, симуляторами та віртуальними компонентами. Для цього застосовуються дидактичні прийоми:

- проблемне навчання – кожне завдання формулюється як міні-дослідження;
- варіювання параметрів – учні змінюють структуру моделі, підбирають номінали компонентів;
- самостійна постановка гіпотез;
- аналітичне спостереження за результатами симуляції.

Цей етап супроводжується індивідуальним консультуванням учителя, що забезпечує своєчасну корекцію та підтримку.

У межах роботи було визначено сукупність дидактичних прийомів (проблемне навчання, варіювання параметрів моделі, поетапне моделювання, фіксація результатів у цифровому логбуку, диференціація навчальних завдань), що забезпечують ефективність опанування навчального матеріалу під час роботи у віртуальних лабораторіях. Їх систематичне застосування дає змогу активізувати дослідницьку діяльність учнів, сприяє розвитку критичного мислення та формує здатність до самостійного аналізу отриманих результатів.

Одним із ключових прийомів виступає проблемне навчання, у межах якого навчальні завдання подаються у вигляді дослідницької проблеми. Учні залучаються до самостійного формулювання запитань, висування гіпотез та вибору способів перевірки у цифровому середовищі. Так, під час моделювання електричного кола учні передбачають зміни у поведінці світлодіода при варіюванні опору, а потім перевіряють власні гіпотези у симуляторі Tinkercad. Такий формат забезпечує розуміння причинно-наслідкових зв'язків і підсилює інтерес до експериментування.

Важливим прийомом є варіювання параметрів моделі, що дає можливість учням змінювати характеристики віртуального експерименту — напругу джерела живлення, величину опору, типи компонентів або просторове розташування об'єктів. Завдяки цьому учні спостерігають прямий вплив змінних на перебіг процесів і засвоюють фізичні закономірності не формально, а через досвід.

Інтеграція диференціації завдань забезпечує індивідуалізацію освітнього процесу. Учні з початковим рівнем підготовки працюють із простішими схемами, тоді як більш підготовлені отримують змогу модифікувати базові моделі або створювати нові, складні конструкції. Такий підхід гарантує комфортний темп роботи та послідовне зростання складності.

Завершальний блок методики відображає функції аналітико-оцінювального компонента. Його мета – забезпечити усвідомлення отриманих результатів та формування в учнів умінь рефлексувати власні дії. Цифрове середовище створює можливість зберігати проміжні результати, повторно відкривати моделі, переглядати історію виконаних дій, що сприяє точнішому аналізу помилок. Рефлексивні обговорення, ведення робочих записів або логбуків, підготовка коротких висновків за підсумками експерименту спрямовані на розвиток критичного мислення та здатності аргументувати свої рішення.

Після виконання експериментальних дій важливою стає рефлексія, у межах якої учні аналізують власні результати, визначають успішні рішення і формулюють труднощі. Інтерактивне опитування, що проводиться за допомогою цифрових інструментів, допомагає швидко зібрати аналітичні дані й узагальнити групові тенденції. Доповнює цей процес конструктивний зворотний зв'язок учителя, який коментує виконані моделі, пропонує оптимальні шляхи виправлення типових помилок і використовує можливості симулятора для підсвічування невірних дій та фіксації історії роботи.

Суттєве значення має використання цифрових журналів або логбуків. Логбук – це систематично ведений журнал навчальної діяльності, що дозволяє учням фіксувати власні дії, параметри експериментів, спостереження, здобуті навички та результати, а також здійснювати самооцінювання й рефлексію над виконаною роботою. Він виступає інструментом моніторингу навчання для учнів і викладачів, сприяє розвитку автономності у навчанні, формує метакогнітивні навички та підтримує саморегуляцію процесу пізнання [37]. Ведення логбука

сприяє усвідомленню власної діяльності, підтримує дисципліну мислення й формує навички систематизації наукової інформації.

У сукупності зазначені прийоми утворюють цілісну методичну систему, яка послідовно реалізується у віртуальній лабораторній діяльності.

Таблиця 2.5.

Відповідність дидактичних прийомів етапам інтеграції

Етап	Дидактичні прийоми
Мотиваційно-орієнтаційний	Проблемне запитання та постановка навчальної задачі
Технічне ознайомлення з платформою	Демонстрація, мікроінструктаж, покрокові пояснення
Практичне виконання лабораторних робіт	Варіювання параметрів, проблемне навчання, індивідуалізація завдань
Колективний аналіз і презентація результатів	Логбук, колективне обговорення, порівняння результатів
Оцінювання та рефлексія	Рефлексія, інтерактивне опитування, конструктивний зворотний звороток

Застосовані у дослідженні дидактичні прийоми, впроваджені у всі етапи роботи з віртуальними лабораторіями, створюють комфортні умови для поступового засвоєння матеріалу, розвитку дослідницьких умінь та формування стійкої навчальної мотивації. Завдяки поєднанню проблемного підходу, варіювання параметрів, диференціації навчальних завдань і систематичної рефлексії, віртуальна лабораторія перетворюється на ефективний інструмент науково орієнтованого навчання.

Після виконання експериментів важливим є колективний аналіз результатів. Учні презентують свої схеми, аргументують вибір параметрів, порівнюють дані з іншими групами. У процесі обговорення вчитель ставить проблемні питання, які стимулюють критичне мислення.

Для структурування аналітики використовується спеціальна таблиця табл.2.6).

Таблиця 2.6.

Фрагмент логбуку для лабораторної роботи з моделювання електричного кола у Tinkercad Circuits

Параметр	До змін	Після змін	Висновок
Опір резистора	220Ω	330Ω	Зменшилася яскравість LED
Струм	18 мА	12 мА	Струм пропорційно впав
Результат симуляції	Нормальний	Слабший сигнал	Модель працює стабільно

Оцінювання в такій моделі поєднує елементи формувального й підсумкового контролю: враховуються не лише правильність отриманих результатів, а й логіка побудови моделі, коректність обґрунтувань, уміння інтерпретувати дані, а також рівень самостійності.

Оцінювання роботи учнів у віртуальній лабораторії обґрунтовано на чітко визначених критеріях, від яких залежать рівні навчальних досягнень. Кожен критерій показує окремий аспект діяльності учня (якість створеної моделі, повнота й глибока аргументація, рівень аналізу результатів моделювання, ступінь самостійності, логічність та структурованість презентації тощо). Сам зміст високого, середнього й базового рівнів не є абстрактним, а конкретизується через опис типових проявів за кожним із цих параметрів.

Рівні виступи мають узагальнену характеристику ступеня сформованості відповідних умінь. Високий рівень фіксується, тоді коли учень демонструє виконання всіх критеріїв: будує коректну й оптимізовану модель, дає повне обґрунтування, глибоко аналізує результати моделювання, працює самостійно та чітко представляє висновки. Середній рівень відповідає відповідності часткового досягнення очікуваних результатів: спостерігаються окремі помилки в моделі, неповна аргументація, обмежений аналіз, потреба в допомозі вчителя під час виконання завдань, окремі недоліки в поданні результатів. Базовий рівень засвідчує лише фрагментарне засвоєння змісту: модель містить суттєві помилки або є неповною, обґрунтування має поверхневий характер, аналізує формальний характер, самостійність низька, а презентація результатів нечітка.

Таким чином, залежність рівнів критеріїв є принциповою: зміна переліку або змісту критеріїв автоматично змінює виявлення про те, що саме означає високий, середній чи базовий рівень навчальних досягнень. Критерії забезпечують прозорість та об'єктивність оцінювання, дають можливість виявити сильні й слабкі сторони діяльності учня в умовах змішаного навчання з використанням віртуальних лабораторій та служать основою для подальшої корекції індивідуальної освітньої траєкторії.

Нижче наведена комбінована система оцінювання, яка поєднує:

- формальне оцінювання — тести, виконання лабораторної роботи, правильність схеми;
- формувальне оцінювання — звіти, участь в обговореннях, динаміка прогресу, активність;
- цифрову аналітику платформи — автоматичні повідомлення про помилки, результати симуляції.

Таблиця 2.7.

Критерії оцінювання роботи у віртуальній лабораторії

Критерій	Високий рівень	Середній рівень	Базовий рівень
Створення моделі	Без помилок, оптимізована схема	1–2 незначні помилки	Неповна або некоректна схема
Аргументація	Повне обґрунтування	Часткове	Поверхове
Аналіз симуляції	Глибокий, із порівняннями	Обмежений	Формальний
Самостійність	Висока	Часткова	Низька
Презентація	Чітка й логічна	З недоліками	Нечітка

Окрему цінність має інтерактивна рефлексія, під час якої учні оцінюють власний прогрес, формують освідомлений підхід до навчання та визначають, що потребує доопрацювання.

У межах роботи встановлено, що успішне впровадження віртуальних лабораторій вимагає:

- підготовки вчителів — навчання роботі з платформами;
- створення інструкцій, чек-листів і шаблонів для учнів;
- гнучкого планування навчального часу;
- періодичного аналізу ефективності методики;
- збору відгуків учнів і коригування завдань.

Це забезпечує сталість і якість освітнього процесу.

Взаємодія зазначених компонентів забезпечує цілісність методики, у якій віртуальні лабораторії виступають не лише інструментом імітації, а й засобом організації сучасного дослідницького навчання. Такий підхід дозволяє інтегрувати цифрові симуляції в реальний освітній процес без втрати змістової складової й водночас розширює спектр дидактичних можливостей, сприяючи підвищенню доступності та індивідуалізації навчального досвіду.

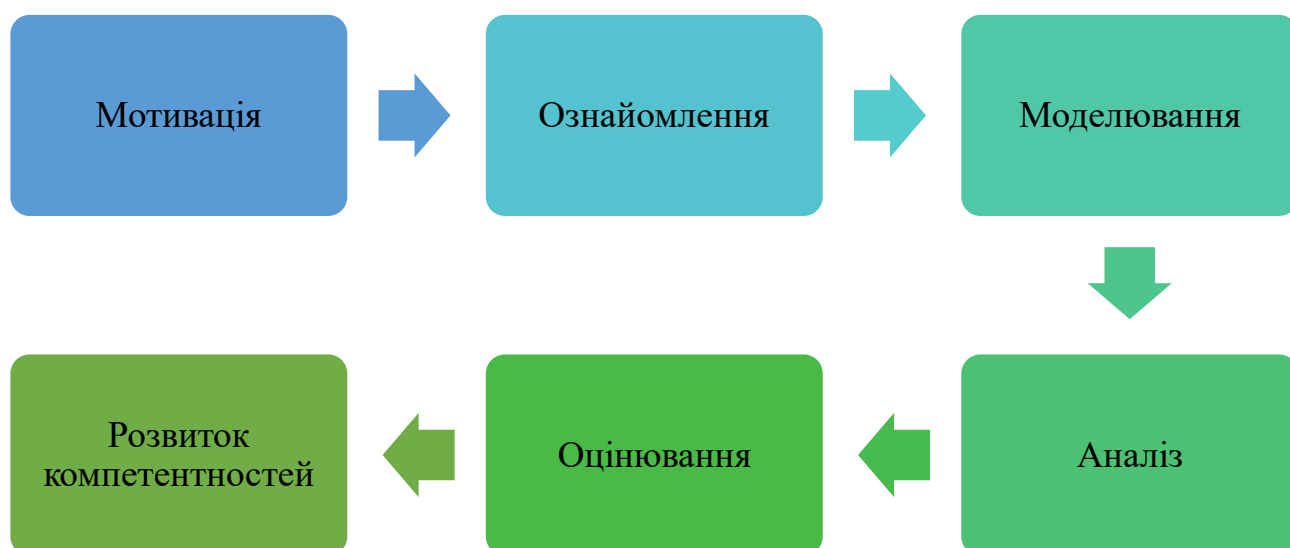


Рис. 2.3. Узагальнююча схема процесу

Поетапна методика впровадження віртуальних лабораторій, розроблена у межах дослідження, сприяє зростанню пізнавальної активності, розвитку технічного й критичного мислення, формуванню практичних компетентностей.

Вона відповідає сучасним вимогам STEM-освіти, забезпечує індивідуалізацію навчання та підвищує ефективність засвоєння складних технічних понять.

2.3. Розроблення фрагментів занять або лабораторних робіт із використанням віртуального середовища

Віртуальна лабораторія на основі сервісу Tinkercad є інтерактивним онлайн-середовищем, що поєднує модулі 3D-моделювання, симуляції електронних схем і базового програмування мікроконтролерів (рис.2.4). Вона працює без встановлення додаткового програмного забезпечення, повністю в браузері, що робить її доступною з будь-якого комп'ютера з доступом до Інтернету. Користувачі можуть створювати тривимірні об'єкти, збирати електронні схеми на основі Arduino, змінювати параметри елементів і одразу перевіряти результат у режимі симуляції.

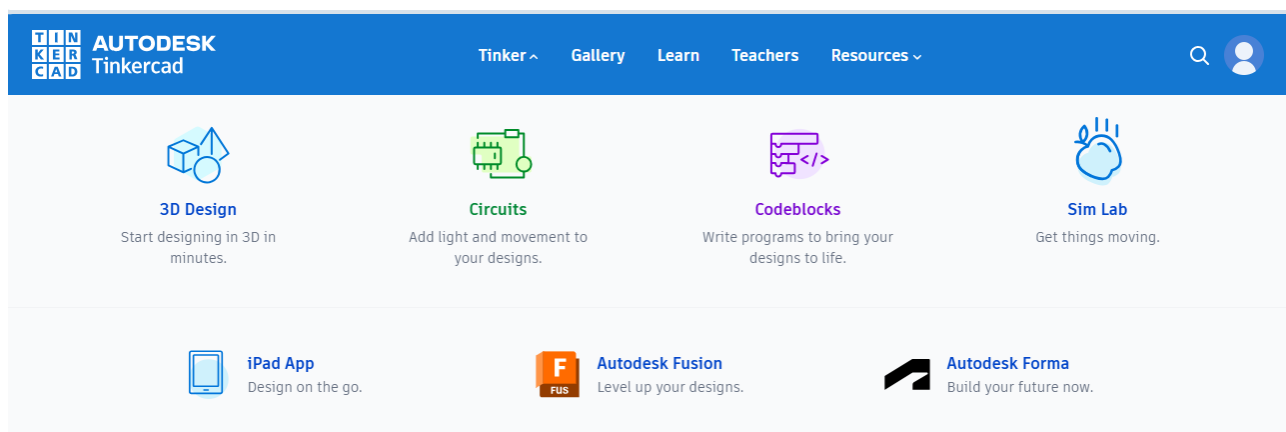


Рис. 2.4. Сервіс Tinkercad

Для начального предмету інформатики Tinkercad виступає універсальною віртуальною лабораторією, яка дозволяє реалізувати практичну складову змішаного навчання без значних матеріальних витрат. Особливістю середовища є наочний інтерфейс, використання базових геометричних фігур та типових електронних компонентів, автоматичне збереження робіт, а також можливість створення віртуальних класів, де вчитель роздає учням готові шаблони, відстежує їхній прогрес і коментує результати. Важливо, що Tinkercad підтримує як готові симуляції (підготовлені вчителем або взяті з бібліотеки сервісу), так і створення власних моделей і схем, що надає вчителю гнучкість у доборі завдань: від демонстраційних прикладів до повноцінних навчальних проєктів.

У 5–6 класах використання Tinkercad відбувається в межах теми «Алгоритми і виконавці» (рис.2.5). На початку уроку вчитель організовує актуалізацію опорних знань учнів шляхом обговорення прикладів алгоритмів із повсякденного життя та повторення понять, пов'язаних з об'єктами і їхніми властивостями. Учням пояснюється, що середовище Tinkercad буде використовуватися як віртуальний виконавець, який реалізує задану послідовність дій.

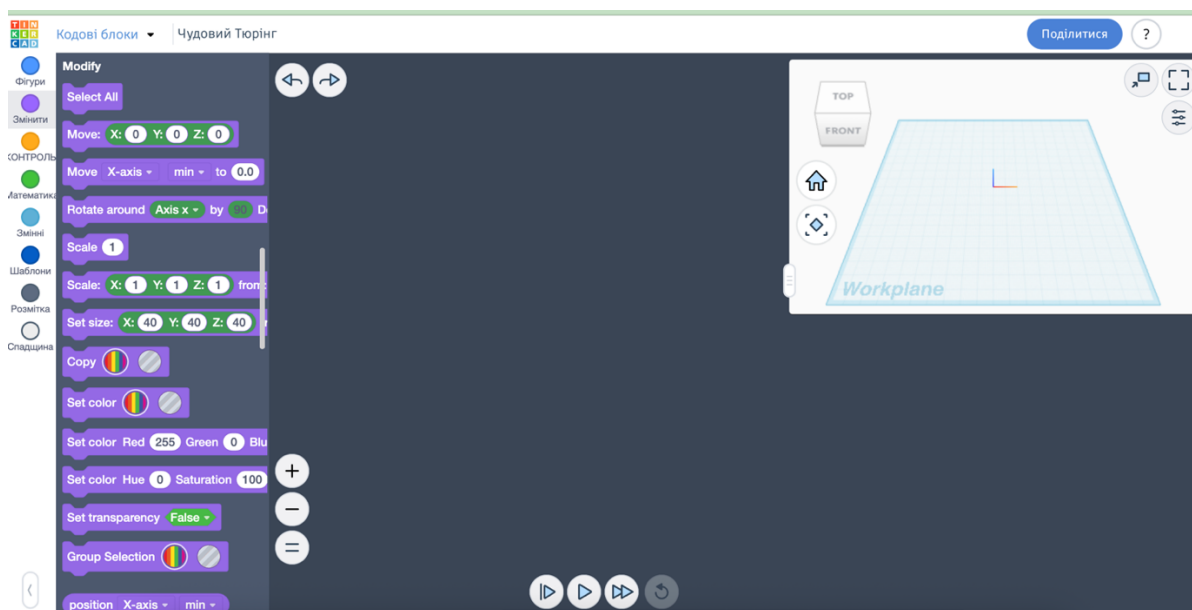


Рис. 2.5 Використання віртуальної лабораторії під час вивчення теми «Алгоритми та виконавці»

На етапі пояснення нового матеріалу вчитель демонструє основні елементи інтерфейсу Tinkercad, звертаючи увагу на простоту роботи з базовими геометричними фігурами та можливість змінювати їхні властивості. Пояснення супроводжується показом конкретних дій, що відповідають крокам алгоритму (рис.2.6).

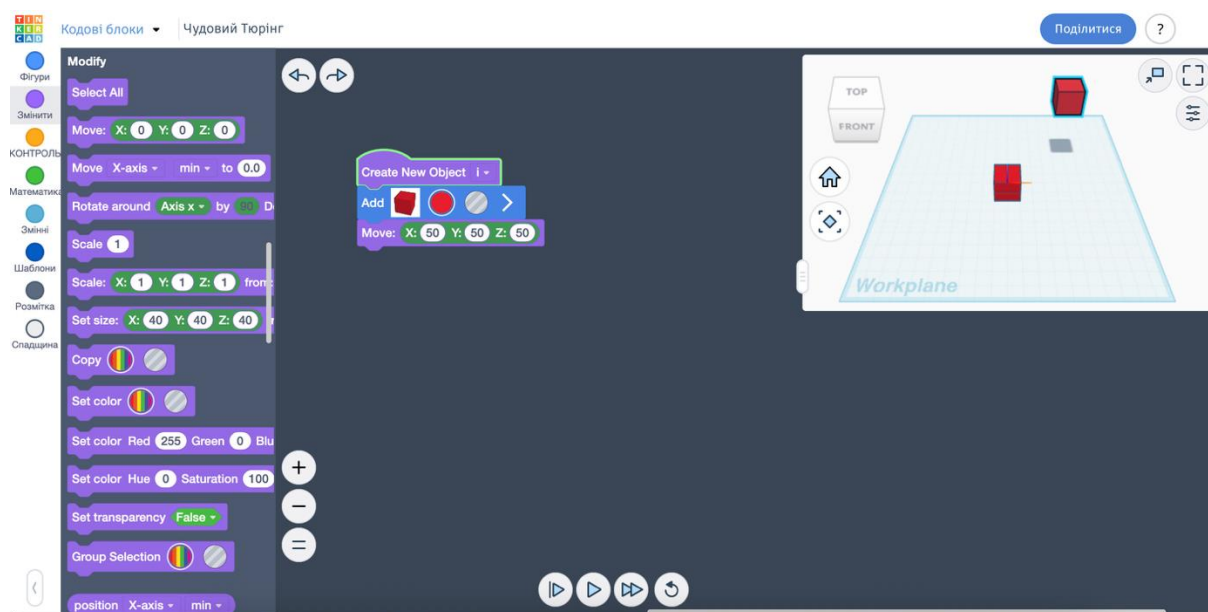


Рис.2.6. Показ конкретних дій в лабораторії

Практична частина уроку передбачає виконання покрокового завдання зі створення простого об'єкта, наприклад, моделі предмета побуту або будівлі. Учні виконують дії відповідно до заданого алгоритму, що дозволяє сформулювати розуміння причинно-наслідкових зв'язків між виконаними командами та отриманим результатом. На етапі закріплення учні аналізують власні роботи, пояснюють послідовність виконаних дій і роблять висновки щодо ролі алгоритмів у створенні комп'ютерних об'єктів. Підсумок уроку передбачає узагальнення знань і підкреслення значення точності виконання алгоритмів, а також визначення можливостей подальшого використання Tinkercad у навчанні.

У 7–8 класах середовище Tinkercad використовується відповідно до теми «Комп'ютерне моделювання». На початку уроку вчитель актуалізує знання учнів про поняття «модель» і «інформаційна модель», формуючи уявлення про моделювання як процес виокремлення суттєвих властивостей об'єкта. Учням повідомляється мета уроку — створення та дослідження комп'ютерної моделі у віртуальній лабораторії.

Під час пояснення нового матеріалу вчитель демонструє можливості Tinkercad щодо створення та редагування тривимірних моделей, акцентуючи увагу на зміні параметрів об'єктів і аналізі результатів цих змін(рис.2.7).

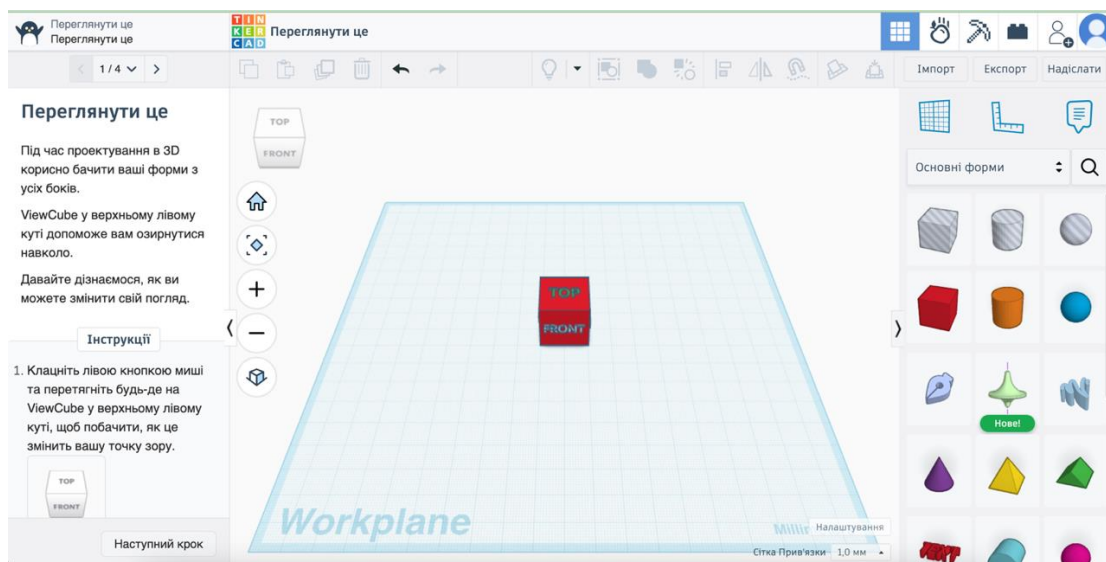


Рис. 2.7. Використання віртуальної лабораторії під час вивчення теми «Комп'ютерне моделювання»

Практична частина організовується у формі виконання завдання з моделювання об'єкта за заданими умовами, що вимагає від учнів формалізації властивостей і дотримання технічних обмежень. У процесі виконання роботи учні аналізують, які параметри є суттєвими для моделі, і вчаться відображати їх у цифровій формі (рис.2.8).

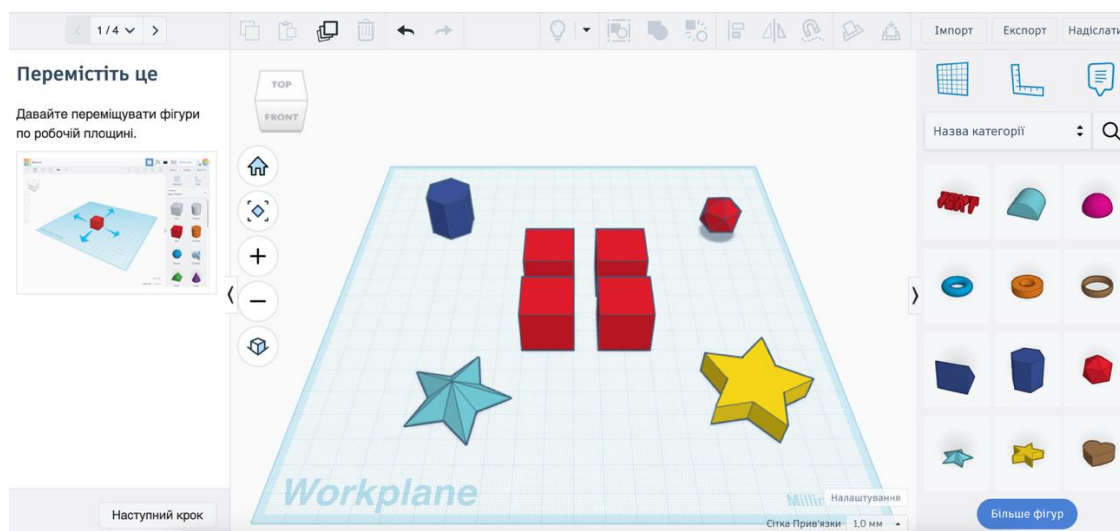


Рис.2.8. Приклад додавання моделі

На етапі закріплення відбувається обговорення створених моделей, під час якого учні пояснюють логіку своїх рішень і встановлюють зв'язок між реальним об'єктом і його комп'ютерною моделлю. Підсумки уроку спрямовані на

узагальнення знань про моделювання та формалізацію і визначення ролі віртуальної лабораторії у дослідницькій діяльності.

У 9 класі використання Tinkercad здійснюється в межах теми «Комп'ютерна графіка. Тривимірна графіка». На початку уроку вчитель формує мотивацію до навчальної діяльності, ознайомлюючи учнів із практичним застосуванням 3D-моделювання в реальних сферах діяльності. Учні визначають мету роботи та очікуваний результат у вигляді завершеного цифрового проєкту.

Пояснення нового матеріалу зосереджується на принципах проєктування тривимірних моделей, зокрема дотриманні пропорцій, симетрії та функціональності об'єктів. Практична частина уроку має проєктно-орієнтований характер і передбачає самостійну або групову роботу учнів над створенням цифрового прототипу виробу (рис.2.9).

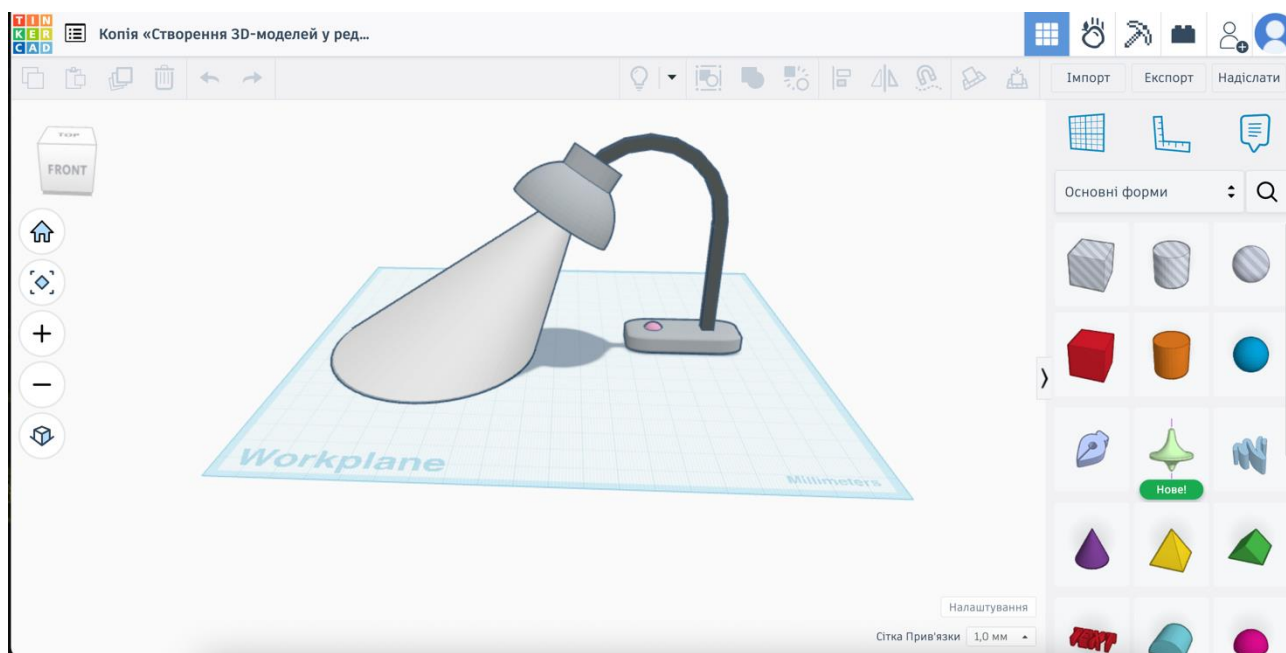


Рис. 2.9. Зразок виконання цифрового прототипу

На етапі закріплення учні презентують результати своєї діяльності, аналізують відповідність моделей поставленим вимогам і здійснюють взаємооцінювання. Підсумок уроку полягає в узагальненні отриманих знань і підкресленні значення Tinkercad як інструменту, що забезпечує інтеграцію теоретичних знань із практичною та проєктною діяльністю.

У межах даного дослідження віртуальна лабораторія Tinkercad розглядається як засіб реалізації двох ключових напрямів змісту інформатики в 9-10 класах:

1. 3D-графіка та моделювання об'єктів для 3D-друку (модуль 3D Design);
2. основи апаратного програмування й робототехніки на базі Arduino (модуль Circuits).

Саме для цих напрямів було розроблено дві лабораторні роботи – «Створення простого 3D-об'єкта в середовищі Tinkercad» та «Створюємо «розумний» світильник у Tinkercad Circuits», які далі описуються як приклади інтеграції віртуальної лабораторії у змішаний навчальний процес з інформатики (рис.2.10).

Перша лабораторна робота розроблена для 9 класу та спрямована на інтеграцію теми «Основи апаратного програмування. Мікроконтролери Arduino» в курс «Інформатики» та реалізує міжпредметні зв'язки з фізикою (електричні кола, резистори, сенсори) (Додаток А). Вона може використовуватися на етапі, коли учні вже мають базові знання про послідовне/паралельне з'єднання провідників і знайомі з поняттями напруги, струму, опору.

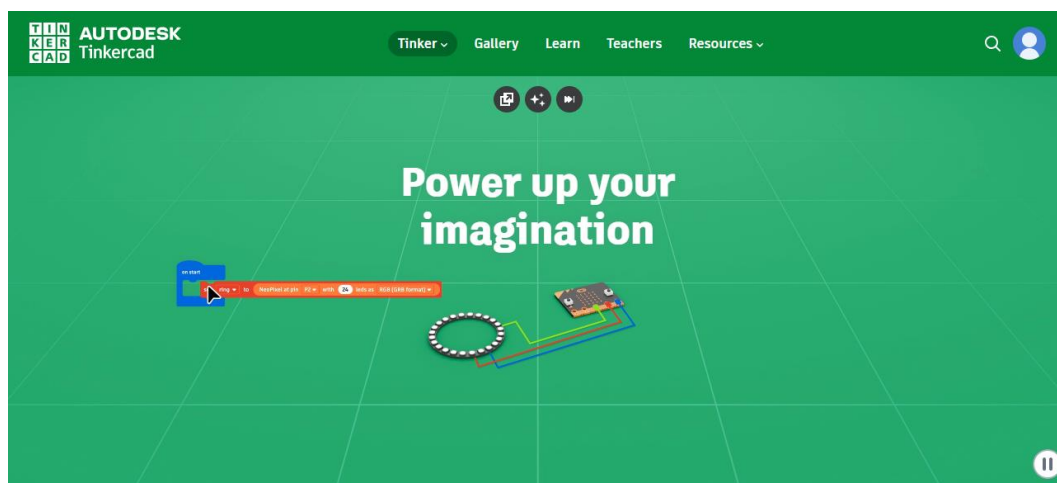


Рис. 2.10. Tinkercad Circuits

Дидактичні можливості цієї лабораторної:

- на практиці показати призначення резистора як елемента, що обмежує струм через світлодіод;

- продемонструвати роботу фоторезистора як сенсора, опір якого змінюється залежно від освітленості;
- сформулювати уявлення про подільник напруги й аналоговий вхід A0 Arduino;
- підготувати учнів до подальшого етапу – програмування мікроконтролера (реакція на зміну освітленості, керування яскравістю світлодіода).

Tinkercad Circuits надає готовий набір компонентів (Arduino Uno, breadboard, LED, photoresistor, resistors тощо) і вбудований симулятор, що дозволяє тестувати роботу схеми без реального обладнання (рис.2.11).

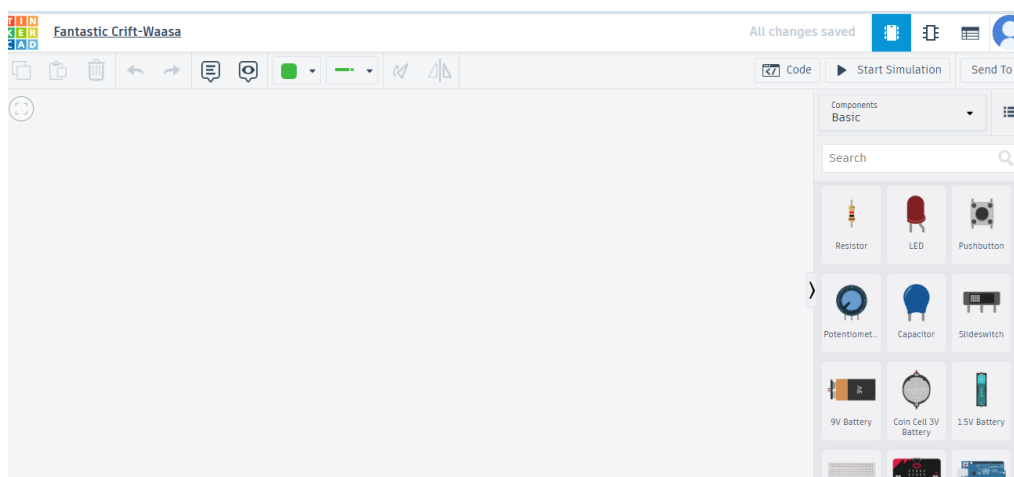


Рис.2.11. Готовий набір компонентів Tinkercad Circuits

На підготовчому етапі учитель забезпечує теоретичний і організаційний фундамент, на основі якого учні виконуватимуть лабораторні роботи. У випадку лабораторної «Створюємо «розумний» світильник» цей етап передбачає опрацювання понять, пов'язаних з електричними колами, резисторами, видами з'єднань і особливостями роботи фоторезистора як сенсора. Учні повинні усвідомлювати, чому струм через світлодіод має бути обмежений, як формується подільник напруги та яку роль відіграє аналоговий вхід A0 Arduino. Таке підґрунтя дозволяє їм переходити до моделювання не механічно, а з розумінням фізичних процесів.

Під час лабораторного етапу відбувається активна діяльність учнів у віртуальному середовищі Tinkercad. Робота з першою лабораторною стартує зі

створення електронної схеми: учні або використовують заздалегідь підготовлену базову симуляцію, або поетапно додають окремі компоненти — Arduino, breadboard, LED, фоторезистор і резистори. Вони виконують з'єднання відповідно до інструкції та одразу перевіряють коректність у симуляторі, спостерігаючи зміну значення аналогового сигналу залежно від освітленості. Учні отримують змогу змінювати характеристики резисторів, моделювати різні сценарії роботи сенсора та аналізувати поведінку світлодіода. За бажанням учитель може розширити завдання, запропонувавши створити першу програму — наприклад, керування яскравістю LED залежно від рівня освітлення.

Завершальний етап спрямований на усвідомлення учнями результатів роботи, аналіз виконаних дій і формування аргументованих висновків. У випадку лабораторної «розумного» світильника учні описують побудовану схему, пояснюють функцію кожного елемента, зазначають, як змінюється показник аналогового входу при різних рівнях освітленості та чому використовується резистор у колі LED. Вони формулюють висновки щодо принципу роботи світильника та визначають можливі напрями його вдосконалення, зокрема додавання програмного керування або нових сенсорів. Учитель аналізує логіку побудови схеми та здатність учня пояснити її функціонування, а також рівень самостійності у виконанні лабораторної.

У межах лабораторної роботи важливо підкреслити, що:

- учитель може використати готову симуляцію, заздалегідь зібравши повну схему й запропонувавши учням змінювати лише окремі параметри (номінали резисторів, налаштування освітленості) чи додавати нові елементи;
- або організувати поетапну розробку учнями: вони самі додають компоненти, з'єднують їх за текстовою/графічною інструкцією й перевіряють правильність у симуляції.

Використання цієї лабораторної відкриває можливість для розширення: після опанування базової схеми учитель може запропонувати учням доповнити проєкт програмним кодом у середовищі Tinkercad (блокове або текстове програмування), перетворивши «розумний світильник» на повноцінний

міні-проект у рамках STEM-модуля. Такі завдання підходять не лише для уроків інформатики, а й для факультативів із робототехніки або STEM-гуртків, де Tinkercad використовується як віртуальна лабораторія для відпрацювання навичок перед роботою з реальними платами Arduino.

Друга лабораторна робота призначена насамперед для теми «3D-графіка та моделювання об'єктів» у курсі «Інформатика» у 10 класі (Додаток Б). Вона може проводитися після вивчення теоретичних відомостей про координатну систему, просторові фігури, базові трансформації (масштабування, обертання, перенесення) та знайомства з можливостями 3D-друку (рис.2.12).

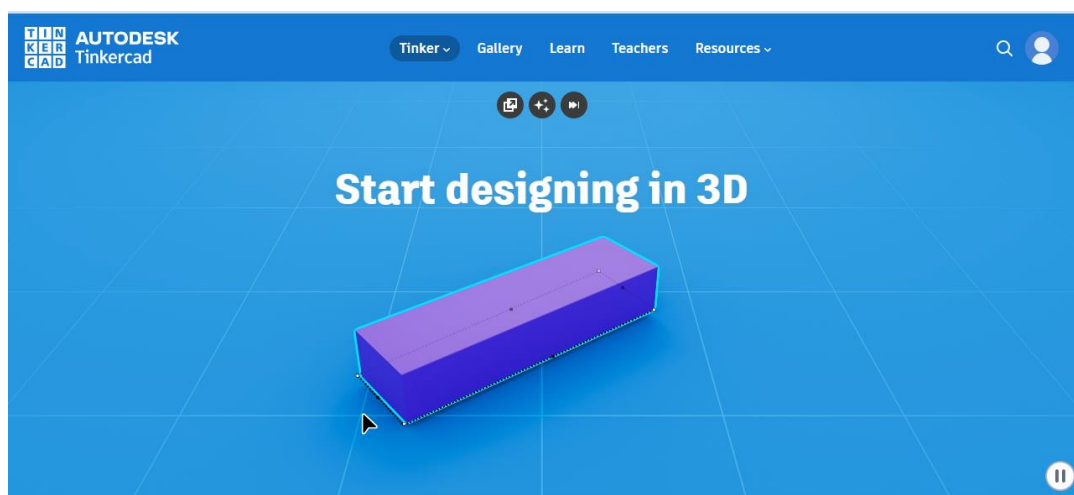


Рис. 2.12. Tinkercad 3D-Design

Основна дидактична мета полягає у формуванні в учнів умінь:

- створювати прості тривимірні об'єкти на основі базових геометричних форм;
- застосовувати інструменти змінення розмірів, положення, орієнтації об'єкта;
- використовувати операції Align, Group/Ungroup, Hole для отримання складніших форм (наприклад, брелок із отвором і написом).

На підготовчому етапі учитель забезпечує теоретичний і організаційний фундамент, на основі якого учні виконуватимуть лабораторні роботи. Підготовка до другої лабораторної, присвяченої 3D моделюванню, включає роз'яснення координатної системи, просторових перетворень і принципів комбінування геометричних форм. Учні знайомляться з робочою площиною Tinkercad,

поняттями сітки, орієнтації об'єкта та особливостями підготовки моделей до 3D друку. Учитель демонструє приклади простих моделей, звертаючи увагу на інструменти Align, Group та механізм створення отворів як способу реалізації булевих операцій.

На лабораторному етапі відбувається активна діяльність учнів у віртуальному середовищі Tinkercad. У межах другої лабораторної учні переходять до побудови 3D моделі. Робота може здійснюватися двома способами: на основі заздалегідь підготовленої вчителем заготовки або шляхом створення моделі з «чистої» робочої сцени. У першому випадку учні аналізують наявну модель, визначають її складові елементи та доповнюють або змінюють їх відповідно до поставленого завдання. У другому випадку учні самостійно додають базові геометричні форми з бібліотеки середовища (паралелепіпед, циліндр, призма, сфера), розміщують їх на робочій площині та послідовно змінюють їхні параметри.

Під час створення моделі учні використовують інструменти масштабування для задання точних розмірів об'єктів, інструменти переміщення та обертання для коректного розташування елементів у просторі, а також функції вирівнювання для досягнення симетрії та пропорційності конструкції. Для формування складніших об'єктів застосовується операція групування, що дозволяє об'єднати кілька геометричних фігур в єдину модель. Окрему увагу приділяється використанню функції «отвір», за допомогою якої учні створюють порожнини або вирізи, наприклад, для формування отвору в брелоку чи поглиблення під текстовий напис.

У процесі роботи учні поетапно перевіряють вигляд і пропорції створеної моделі, змінюючи кут огляду та масштаб перегляду, що дає змогу оцінити результат з різних позицій.

Вбудований симулятор дозволяє миттєво візуалізувати модель та виявити потенційні недоліки, зокрема надто тонкі елементи, порушення цілісності форми або невідповідність розмірів. Такий підхід сприяє формуванню в учнів практичного розуміння вимог до реальних виробів і прототипів, зокрема у

контексті підготовки моделей до умовного 3D-друку, та забезпечує зв'язок між теоретичними знаннями і практичним застосуванням комп'ютерного моделювання.

У рефлексії після другої лабораторної учні презентують створену 3D модель, пояснюють обрані рішення щодо структури об'єкта, способів комбінування форм та використання отворів. Вони обґрунтовують, чи є модель придатною до 3D друку, чи відповідає вона вимогам суцільності та коректних геометричних пропорцій, а також пропонують можливі покращення. Учитель здійснює оцінювання за критеріями точності виконання моделі, коректності застосування інструментів Tinkercad і здатності учня проаналізувати власну роботу.

За допомогою цієї лабораторної учні можуть вивчити:

- поняття робочої площини, сітки, координат X, Y, Z у практичному контексті;
- відмінність між «тілом» (Solid) і «отвором» (Hole) як приклад булевих операцій над тривимірними тілами;
- базові принципи підготовки моделі до 3D-друку (суцільність, відсутність «висячих» елементів, правильний масштаб).

У Tinkercad 3D-Design учитель може використовувати як готові симуляції, так і власноруч розроблені шаблони(рис. 2.13).

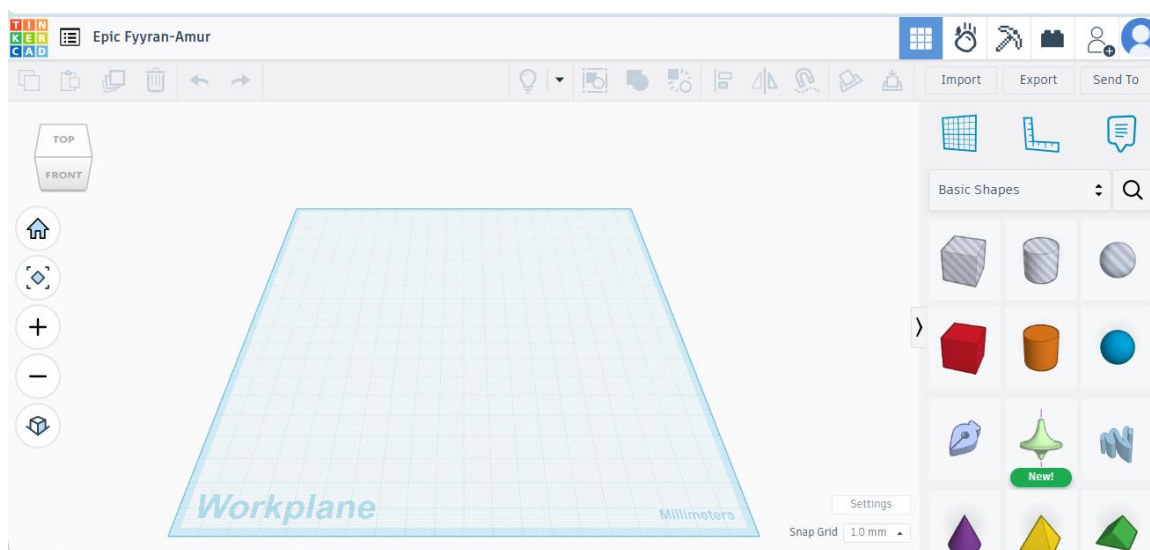


Рис. 2.13. Робоча область Tinkercad 3D-Design

Наприклад, можна:

- створити заздалегідь заготовку брелка з частково виконаними кроками й надати її учням для завершення (додавання тексту, отвору, зміна розмірів);
- дозволити учням розпочати роботу з «чистого» проєкту, спираючись лише на текстову інструкцію та демонстрацію вчителя.

Розроблені лабораторні роботи на основі Tinkercad демонструють, що віртуальна лабораторія може виступати не лише засобом демонстрації, а й повноцінним інструментом формування практичних умінь учнів у курсі інформатики. Перша з них – «Створюємо «розумний» світильник у Tinkercad Circuits» – забезпечує опанування основ побудови електронних схем з Arduino, роботу із сенсорами та резисторами, формує в учнів цілісне уявлення про принцип дії простих автоматизованих пристроїв і готує ґрунт для подальшого переходу до програмування мікроконтролера. Друга – «Створення простого 3D-об'єкта в середовищі Tinkercad» – зорієнтована на опанування базових прийомів 3D-моделювання, розвиток просторової уяви та розуміння зв'язку між віртуальною моделлю й реальним об'єктом для 3D-друку.

Разом ці фрагменти занять ілюструють можливість побудови цілісного STEM-орієнтованого модуля в 9-10 класах, де учні, використовуючи єдину віртуальну лабораторію, проходять шлях від створення цифрових об'єктів до конструювання та налагодження «розумних» пристроїв. У межах змішаного навчання ці роботи можуть застосовуватися як у форматі готових симуляцій, які вчитель демонструє та видає учням для модифікації, так і як основа для розробки власних варіантів моделей та схем. Це забезпечує гнучкість організації навчального процесу, дає змогу диференціювати завдання за рівнем складності й водночас підтримує єдину логіку формування предметних і ключових компетентностей учнів з інформатики.

Отже, використання віртуальної лабораторії Tinkercad на уроках інформатики забезпечує школі доступний та безпечний інструмент для організації повноцінних практичних робіт без значних витрат на обладнання. Завдяки поєднанню модулів 3D-моделювання та симуляції електронних схем

учні отримують можливість у єдиному середовищі конструювати цифрові об'єкти й «розумні» пристрої, розвиваючи просторове й логічне мислення, навички проєктування та налагодження. Реалізовані лабораторні роботи демонструють, що Tinkercad ефективно підтримує змішане навчання, дозволяє диференціювати завдання за рівнем складності й є перспективним засобом впровадження STEM-орієнтованих підходів у шкільний курс інформатики.

Висновки до другого розділу

У розділі обґрунтовано методичні засади впровадження віртуальних лабораторій у змішане навчання та представлено цілісну модель їх інтеграції у шкільний курс інформатики. Розроблена модель поєднує аудиторну та онлайн-складові, спирається на ротаційну систему та збагачене віртуальне навчання, забезпечуючи логічний перехід від теорії до практичного моделювання й аналітичної рефлексії. Вона містить підготовчий, лабораторний та оцінювально-рефлексивний етапи, що структуровано формують компетентності учнів.

Модель змішаного навчання з використанням віртуальних лабораторій розглядається як цілісна педагогічна система, що інтегрує традиційне аудиторне навчання з цифровими середовищами та забезпечує поетапне формування практичних і аналітичних компетентностей учнів.

Методика впровадження віртуальних лабораторій передбачає поетапне занурення учнів у роботу з цифровими симуляторами, застосування різноманітних дидактичних прийомів – проблемного навчання, варіювання параметрів, диференціації завдань, ведення логбуків та колективного аналізу результатів. Такий підхід сприяє розвитку технічного, критичного й дослідницького мислення, підвищує мотивацію та забезпечує індивідуалізацію навчання.

Подані фрагменти лабораторних робіт на основі Tinkercad демонструють практичні можливості віртуальної лабораторії як доступного засобу реалізації STEM-орієнтованого змісту – від 3D моделювання до проєктування простих «розумних» пристроїв. Узагальнюючи, розділ доводить, що віртуальні

лабораторії є ефективним інструментом змішаного навчання, який підвищує якість практичної підготовки, розширює можливості навчального середовища та забезпечує формування сучасних предметних і ключових компетентностей учнів.

ВИСНОВКИ

У дослідженні теоретично обґрунтовано доцільність використання віртуальних лабораторій як інноваційного досвіду розвитку практичних навичок здобувачів освіти в умовах змішаного навчання, що забезпечує індивідуальну освітню траєкторію учнів. Узагальнення наукових підходів показало, що змішане навчання виступає адаптивною педагогічною системою, в якій центральній віртуальній лабораторії виконано функцію ключового інструменту формування дослідницьких, цифрових та комунікативних компетентностей.

Аналіз вітчизняних і зарубіжних джерел дав можливість виявити широкий спектр підходів до класифікації й упровадження віртуальних лабораторій, окреслити їх переваги (доступність, безпека, гнучкість навчання, можливість моделювання складних процесів) та типові обмеження (використання в технічній інфраструктурі, методичному супроводі, підготовці педагогів). Доведено, що за умов науково обґрунтованої інтеграції в освітні програми навчання результати при використанні віртуальних і віддалених лабораторій не обробляються традиційними лабораторними заняттями, а в низці перевищують їх за рівнем залученості й самостійності здобувачів освіти.

На основі теоретичного аналізу й узагальнення практики розроблено модель змішаного навчання інформатики з опорою на віртуальні лабораторії, що включає теоретико-методичний, практично-операційний та аналітико-оцінювальний компоненти. Запропонована модель реалізує поетапний цикл (підготовчий, лабораторний, аналітичний, рефлексивно-оцінювальний), в межах якого забезпечуються поступове формування практичних розумінь, розвиток критичного мислення, рефлексії та навичок самооцінки результатів навчальної діяльності.

Розроблена та описана методика впровадження віртуальних лабораторій у шкільний курс інформатики (зокрема на базі середовища Tinkercad) продемонструвала ефективність використання симуляцій для створення тем 3D-моделювання та основного апаратного програмування. Створені фрагменти занять і лабораторні роботи («Створення простого 3D-об'єкта в Tinkercad»,

«Створюємо «розумний» світильник в Tinkercad Circuits») показали, що учні успішно опановують базові принципи конструювання, накладання схем і просторового моделювання у віртуальному середовищі, що формує стійку навчальну мотивацію та готовність до подальшого. STEM-орієнтоване навчання.

Отже, теоретичний аналіз і проєктування методичної системи засвідчують значний дидактичний потенціал використання віртуальних лабораторій у змішаному навчанні інформатики як засобу організації практико орієнтованої навчальної діяльності учнів. Запропонована модель та розроблені методичні рекомендації створюють цілісне науково обґрунтоване підґрунтя для впровадження віртуальних лабораторій у шкільний курс інформатики, окреслюють можливі напрями формування ключових і предметних компетентностей та визначають умови підвищення якості навчального процесу. Отримані результати мають теоретичну і методичну значущість та можуть бути використані як основа для подальших емпіричних досліджень, спрямованих на оцінювання результативності різних моделей змішаного навчання й удосконалення педагогічного супроводу віртуальних лабораторій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аверкіна М., Лихошерстова Ю. Цифрові платформи в інтерактивному навчанні. *Modeling the Development of the Economic Systems*. 2023. № 1. С. 128–132. DOI: 10.31891/mdes/2023-7-18. URL: <https://mdes.khmnu.edu.ua/index.php/mdes/article/view/142> (дата звернення: 17.10.2025).
2. Богачков Ю., Уган П. Моделі змішаного навчання в контексті змішаних процесів. *Інформаційні технології та засоби навчання*. 2025. Т. 107, № 3. С. 239–260. URL: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/5920>. (дата звернення: 17.10.2025).
3. Бохан Ю. В., Форостовська Т. О. Віртуальний лабораторний практикум як засіб вивчення природничих дисциплін. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2021. Вип. 194. С. 74–78. DOI: 10.36550/2415-7988-2021-1-194-74-78. URL: <https://pednauk.cusu.edu.ua/index.php/pednauk/article/download/789/722/>. (дата звернення: 17.09.2025)
4. Вараксіна Н. В. Використання віртуальних лабораторій в освіті. *Аналітичний вісник у сфері освіти й науки*. Вип. 14. С. 3–11. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/737111/>. (дата звернення: 19.11.2025)
5. Вараксіна Н. Використання технологій змішаної реальності в освіті. *Науково-педагогічні студії*. 2024. № 6. С. 168–180. DOI: 10.32405/2663-5739-2022-6-168-180. URL: <https://dnpb.gov.ua/ojs/article/view/267829/>. (дата звернення: 21.10.2025)
6. Ведь Т., Лютвієва Я. Вплив цифрових технологій на розвиток трансверсальних компетентностей у вищій освіті. *Грааль науки*. 2025. № 49. С. 969–985. DOI: 10.36074/grail-of-science.21.02.2025.135. URL: <https://nauka.gov.ua/works/rw.4tDw3DEt/>. (дата звернення: 05.10.2025)
7. Використання віртуальної лабораторії Go-Lab на уроках біології. URL: <https://naurok.com.ua/prezentaciya-vikoristannya-virtualno-laboratori-go-lab-na-urokah-biologi-386910.html>. (дата звернення: 03.10.2025)
8. Віртуальні лабораторії з викладання та вивчення природничих наук. *Блог Scientix*. 2015. URL: <https://blog.scientix.eu/2015/08/virtual-laboratories-in-teaching-and-learning-science>. (дата звернення: 13.10.2025)
9. Віртуальні лабораторії на уроках природничих наук. Портал «Ранок». URL: <https://ranok-portal.com.ua/publikatsii/virtualni-laboratori-ya-na-urokah-prirodnych-nyh-nauk>. (дата звернення: 21.09.2025)
10. Гнатюк В. В., Упатова І. П., Дехтярьова О. О., Куруц Н. В. Віртуальні лабораторії в біологічній освіті: моделювання експериментальних досліджень // Академічні візії. Серія: Освіта. Педагогіка. 2023. Вип. 21. Електронний ресурс. URL: <https://academy-vision.org/index.php/av/article/view/479/438> (дата звернення: 09.09.2025)
11. Гуревич Р., Гордійчук Г., Коношевський Л. та ін. Змішане навчання як сучасна форма побудови навчального процесу. *Вісник ЛДУ БЖД*. 2020. № 69. С. 14–35. URL: <https://sci.ldubgd.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/15819/1/14-35.pdf>. (дата звернення: 18.10.2025)

12. Жук Ю. О. Організація предметно-орієнтованого освітнього середовища у дидактичному просторі «Віртуальна лабораторія». *Інформаційні технології та засоби навчання*. 2010. Т. 17, № 3. DOI: 10.33407/itlt.v17i3.247. URL: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/247>. (дата звернення: 19.10.2025)
13. Змішане навчання: персоналізоване навчання кожного учня. URL: <https://prosvitcenter.org/library/zmishane-navchannia-personalizovane-navchannia-kozhnoho-uchnia/>. (дата звернення: 19.10.2025)
14. Ігнатенко Є. В. Етапи організації дистанційного (змішаного) навчання. *Наукові записки МАН України*. 2021. № 1(20). DOI: <https://doi.org/10.51707/2618-0529-2021-20-05>. (дата звернення: 17.11.2025)
15. Інноваційні підходи до викладання природничих наук: використання технологій : колективна монографія. URL: <https://arbook.info/innovacijni-pidhody-do-vykladannya-prirodnychyh-nauk-vykorystannya-tehnologij>. (дата звернення: 17.11.2025)
16. Інтерактивні симуляції PhET. Університет Колорадо в Боулдері. URL: <https://phet.colorado.edu/uk/>. (дата звернення: 07.10.2025)
17. Ісичко Л., Лобач Н., Саєнко М. Методичні аспекти використання віртуальних інтерактивних платформ у вищій школі. *Актуальні питання гуманітарних наук*. 2023. Вип. 69, т. 2. С. 227–233. URL: https://www.aphn-journal.in.ua/archive/69_2023/part_2/37.pdf. (дата звернення: 13.10.2025)
18. Кузьменко О. Змішане навчання як інноваційна форма організації навчального процесу в школі. *Наукові записки ТНПУ*. 2017. № 3. С. 140–147. URL: <http://nzp.tnpu.edu.ua/article/view/120142>. (дата звернення: 07.10.2025)
19. Модель навчання (модель навчального процесу). URL: https://eduknigi.com/ped_view.php?id=131. (дата звернення: 21.10.2025)
20. Моделі змішаного навчання: особливості, поради, успішні приклади. URL: <https://academia.vinnica.ua/index.php/uk/news/998-modeli-zmishanogo-navchannya-osoblivosti-poradi-uspishni-prikladi>. (дата звернення: 12.10.2025)
21. Осадча К. П., Осадчий В. В., Круглик В. С. та ін. Модель змішаного навчання у ЗВО. *Інформаційні технології та засоби навчання*. 2022. Т. 91, № 5. С. 158–169. URL: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/5045>. (дата звернення: 12.10.2025)
22. Рибачек Д. С., Галицький О. В. Віртуальні навчальні середовища як інструмент інклюзивної освіти. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2024. Вип. 215. С. 257–263. DOI: 10.36550/2415-7988-2024-1-215-257-263. <https://pednauk.cusu.edu.ua/index.php/pednauk/article/view/1958>. (дата звернення: 18.10.2025)
23. Соболєнко Л. Ю., Коршевніук Т. В., Філь В. М. Впровадження віртуальних лабораторій в освітній процес. *Педагогічна академія*. 2025. Вип. 17. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/745212/>. (дата звернення: 19.10.2025)
24. Собченко Т. Змішане навчання: поняття та завдання. *Педагогіка формування творчої особистості*. 2021. Вип. 75, ч. 3. С. 73–77. http://pedagogy-journal.kpu.zp.ua/archive/2021/75/part_3/75-3.pdf. (дата звернення: 20.10.2025)

25. Ткачук Г. В. Змішане навчання та особливості використання ротаційної моделі. *Інформаційні технології в освіті*. 2017. № 4(33). С. 143–156. <https://ekhsuir.kspu.edu/server/api/core/bitstreams/a63f5549-4629-4603-a9e9-5347244a518a/content>. (дата звернення: 20.10.2025)
26. Юрченко А. О., Хворостіна Ю. В. Віртуальна лабораторія як складова сучасного експерименту. *Науковий вісник УжНУ*. 2016. Вип. 2(39). <https://dspace.uzhnu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/e03c6871-374e-4921-b9ea-7f84a11ffb09/content>. (дата звернення: 17.10.2025)
27. Яковлева І. Використання освітніх платформ в освітньому середовищі. *Український педагогічний журнал*. 2022. № 3. С. 137–148. DOI: 10.32405/2411-1317-2022-3-137-148. <https://uej.undip.org.ua/index.php/journal/article/view/619/592> (дата звернення: 17.10.2025).
28. Arduino Cloud. URL: <https://login.arduino.cc/login>. (дата звернення: 11.10.2025).
29. Ben Ouahi M. et al. Effects of Using a Combination of Real and Virtual Labs Based on the 5E Learning Cycle Model. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*. 2024. Vol. 13(2). DOI: 10.15294/pmttfw97. <https://journal.unnes.ac.id/journals/jpii/article/view/4022?> (дата звернення: 27.09.2025).
30. Bonk C. J., Graham C. R. (Eds.) Handbook of blended learning. San Francisco: Pfeiffer Publishing. URL: <https://med.uniroma2.it/wp-content/uploads/2024/07/007-Blended-learning-systems.pdf>. (дата звернення: 01.11.2025).
31. Christensen C. M., Horn M. B., Staker H. *Blended: Using disruptive innovation to improve schools*. San Francisco : Jossey-Bass, 2013. URL: http://hozekf.oerp.ir/sites/hozekf.oerp.ir/files/kar_fanavari/manabe%20book/Thinking/Blended_%20Using%20Disruptive%20Innovation%20to%20Improve%20Schools.pdf (дата звернення: 15.10.2025).
32. Dela Cruz J. P. et al. Virtual Laboratories in Enhancing Experimental Skills. *American Journal of Educational Research*. 2025. Vol. 13(6). P. 338–343. DOI: 10.12691/education-13-6-6. URL: <https://www.sciepub.com/education/abstract/16686> (дата звернення: 17.10.2025).
33. Fadda D., Vivanet G. Online laboratories for science education. *Italian Journal of Educational Research*. 2021. No. 26. P. 105–117. <https://ojs.pensamultimedia.it/index.php/sird/article/view/4758>. (дата звернення: 103.11.2025).
34. Hanine H., Farajy N., Moumen A. Virtual laboratories in STEM education. *Engineering Proceedings*. 2025. Vol. 112. Art. 17. <https://www.mdpi.com/2673-4591/112/1/17>. (дата звернення: 10.10.2025).
35. Hassan J., Devi A., Ray B. Virtual laboratories in tertiary education. *Education Sciences*. 2022. Vol. 12. Art. 554. <https://www.mdpi.com/2227-7102/12/8/554>. (дата звернення: 10.10.2025).
36. Labster. URL: <https://www.labster.com/>. (дата звернення: 07.09.2025).
37. Scantamburlo G. et al. LogBook numérique. *Revue Médicale de Liège*. 2016. Vol. 71(4). P. 210–215. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27295902/>. (дата звернення: 17.10.2025).

38. Shamshin A. Advantages of virtual laboratory works in physics. *ScienceRise: Pedagogical Education*. 2021. No. 3(42). P. 32–37. DOI: 10.15587/2519-4984.2021.233937. URL: https://journals.uran.ua/sr_edu/article/view/233937/232769. (дата звернення: 03.11.2025).
39. Solovei L. S., Solovei M. I. Use of Labster virtual laboratories in higher education. 2023. URL: <https://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/47393/>. (дата звернення: 03.11.2025).
40. Tsviakh O. et al. The impact of virtual laboratories on students' competence. *Amazonia Investiga*. 2024. Vol. 13(80). P. 160–175. URL <https://dspace.kntu.kr.ua/handle/123456789/16492> (дата звернення: 11.11.2025).
41. Van den Beemt A. et al. Remote labs in higher engineering education. *Journal of Computing in Higher Education*. 2023. Vol. 35. P. 320–340. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12528-022-09331-4> (дата звернення: 11.11.2025).
42. Virtual Labs URL: <https://www.vlab.co.in/> (дата звернення: 08.09.2025).
43. Zafeiropoulos V. et al. The V-Lab VR Educational Application Framework. *MobileHCI '23 Companion*. New York: ACM, 2023. Art. 32. P. 1–4. URL: <https://arxiv.org/abs/2407.07698>. (дата звернення: 10.10.2025).

ДОДАТКИ

Додаток А

Тема: Створюємо «розумний» світильник у Tinkercad Circuits (Arduino + фоторезистор)

Тип уроку: практична робота (формування вмінь і навичок).

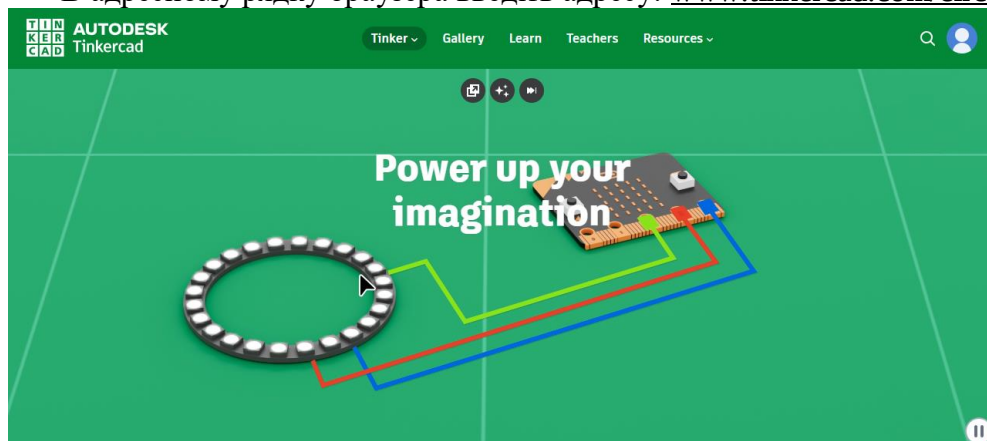
Обладнання: комп'ютери з доступом до Інтернету, мультимедійний проєктор.

Програмне забезпечення: веб-сервіс Tinkercad (розділ Circuits), браузер.

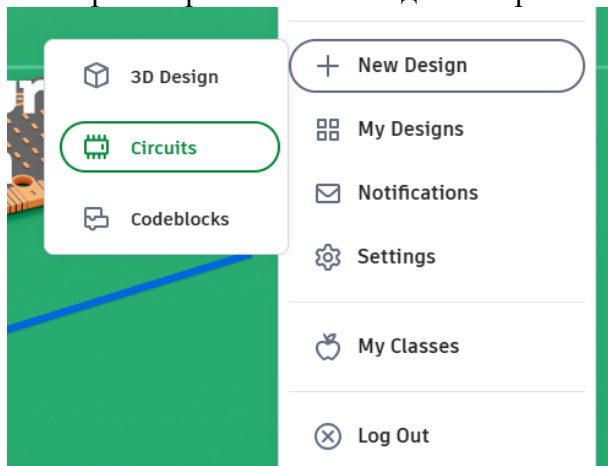
Хід роботи

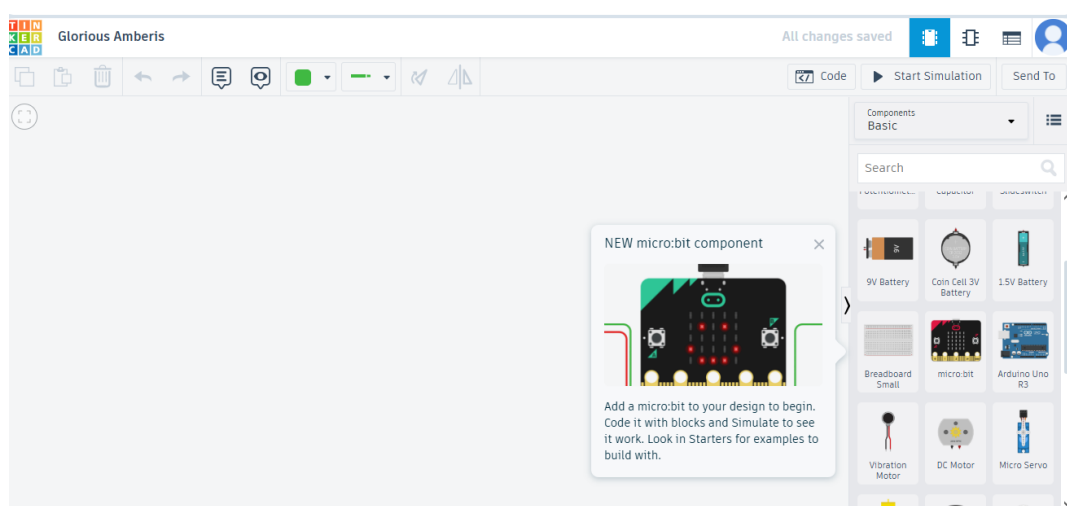
Запуск середовища Tinkercad Circuits

1. В адресному рядку браузера введіть адресу: www.tinkercad.com/circuits.

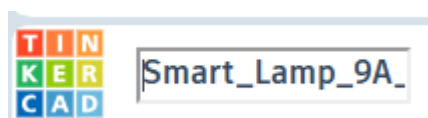


2. На сторінці сервісу натисніть кнопку входу та авторизуйтеся за допомогою шкільної пошти або акаунта Google.
3. Введіть код класу й приєднайтеся.
4. У меню облікового запису оберіть команду «New» → «Circuit» (Новий дизайн → Схеми). Відкриється порожня робоча область для створення електронної схеми.



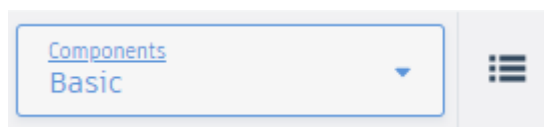


- У верхній частині вікна одразу змініть назву проєкту на «Smart_Lamp_9A_Прізвище», щоб роботу легко було знайти надалі.

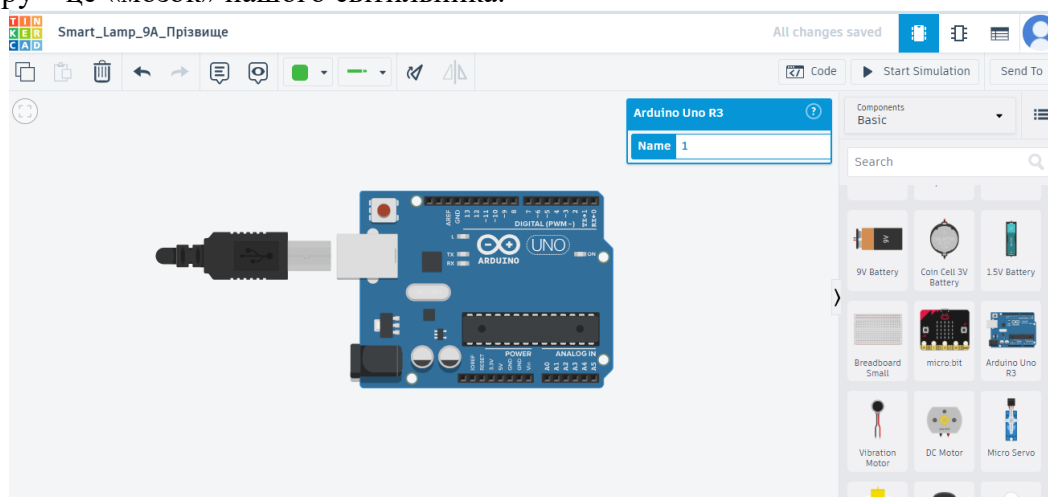


Додавання та розміщення основних компонентів

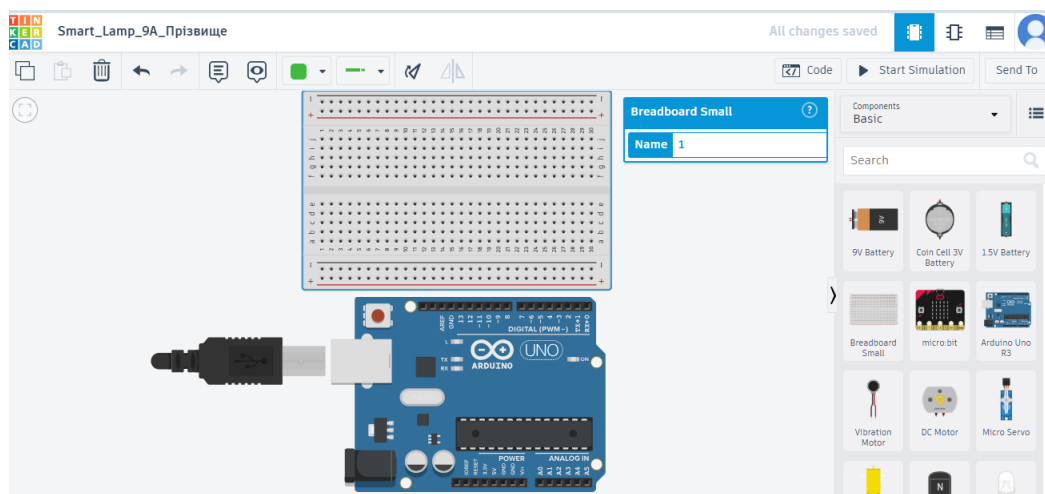
- На правій панелі у вкладці Components переконайтесь, що обрано режим Basic (базові компоненти).



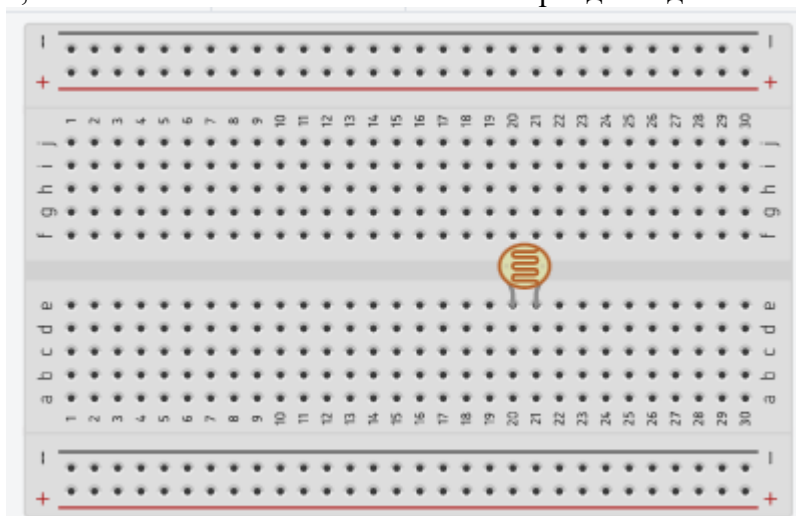
- Перетягніть мишкою на робочу область **Arduino Uno** і розташуйте його внизу по центру – це «мозок» нашого світильника.



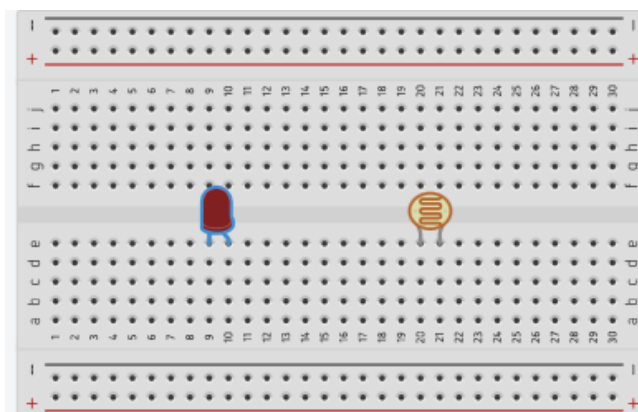
- Додайте **макетну плату (Breadboard)**, розмістивши її над Arduino так, щоб отвори платі було добре видно.



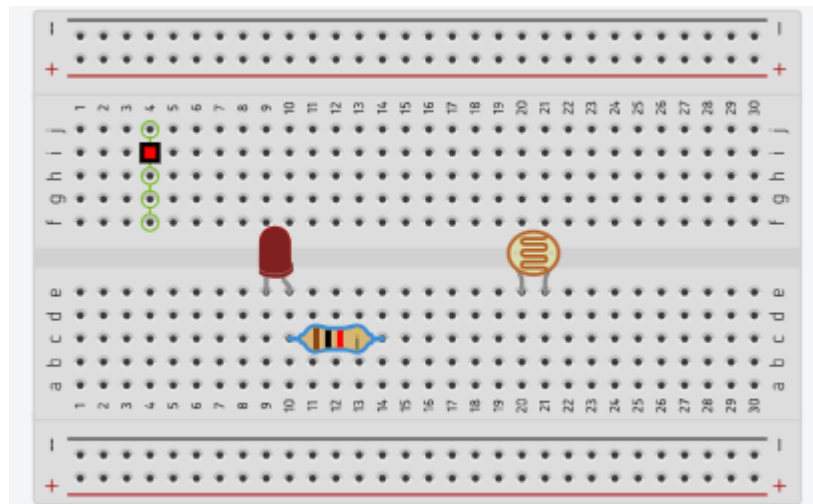
4. Знайдіть компонент **Photoresistor** (фоторезистор) і встановіть його у верхній частині макетної плати, залишивши між ніжками кілька отворів для підключення.



5. Додайте **LED** (світлодіод). Слідкуйте, де вказані анод і катод (довга й коротка ніжка). Розташуйте світлодіод так, щоб довга ніжка (анод) була ближче до верхньої частини плати.

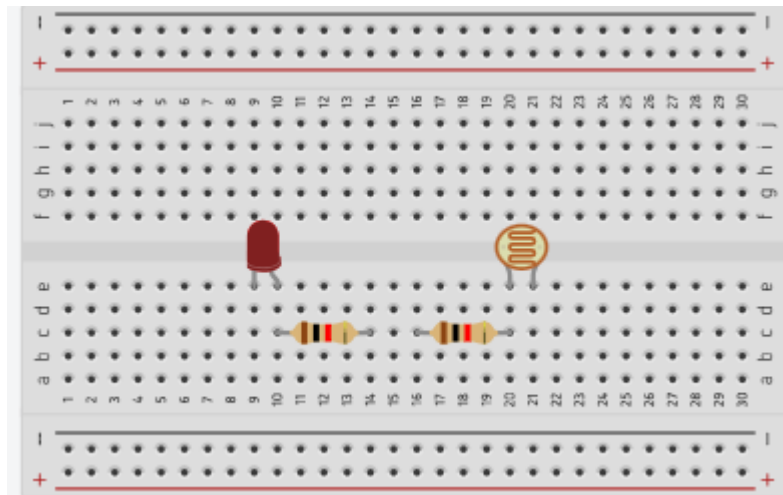


6. Перетягніть на плату **Resistor** – він буде під'єднаний послідовно зі світлодіодом. Розмістіть його поруч із LED, щоб було зручно з'єднувати.

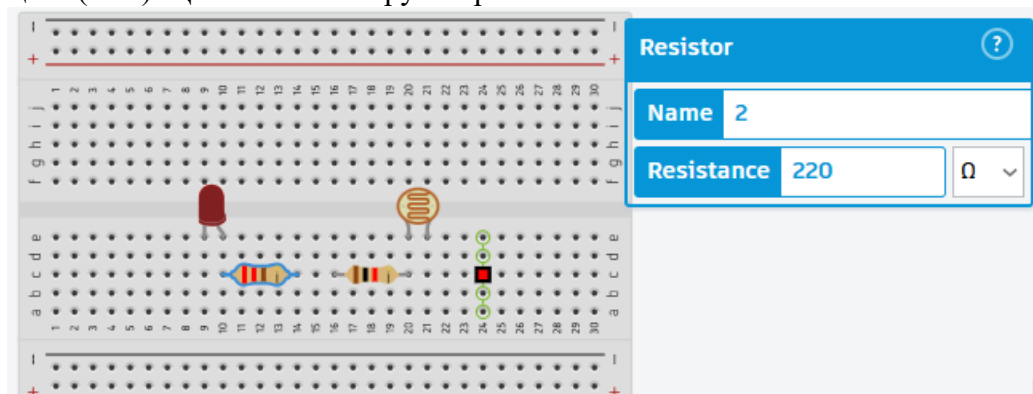


Додавання другого резистора та налаштування номіналів

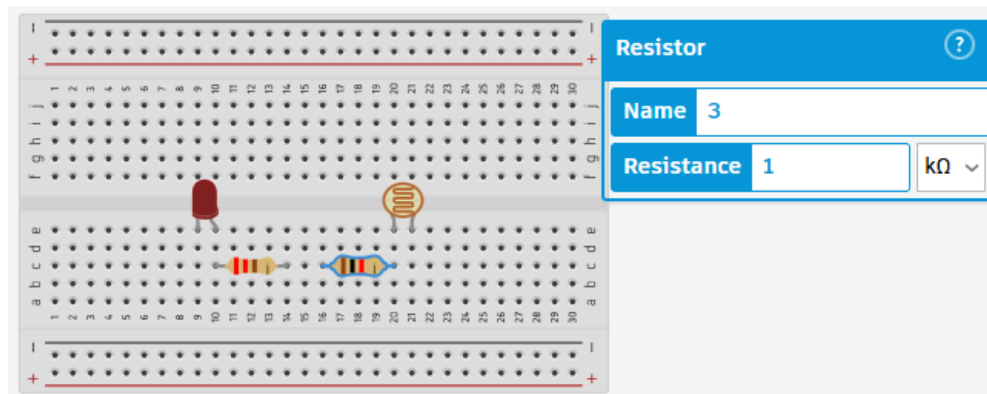
1. Додайте ще один **Resistor** – для роботи фоторезистора. Розташуйте його так, щоб один його кінець можна було з'єднати з однією ніжкою фоторезистора.



2. Виділіть резистор, який буде стояти в колі зі світлодіодом. У спливаючому вікні параметрів у полі **Resistance** задайте значення **220** і в сусідньому списку оберіть одиниці **Ω** (оми). Це обмежить струм через LED.



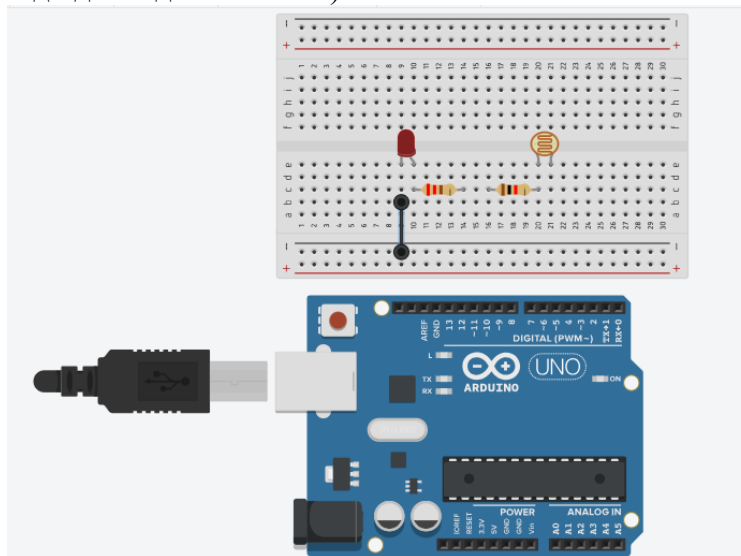
3. Виділіть резистор, що працюватиме з фоторезистором. У полі **Resistance** введіть значення **1** і в списку одиниць виберіть **k Ω** .



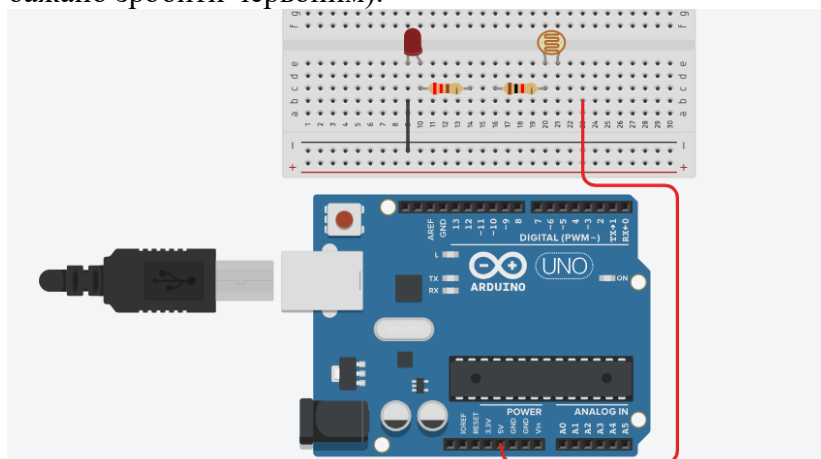
4. Перевірте, щоб у підписі резисторів відображалися відповідні значення (220 Ω і 1 k Ω). За потреби змініть колір проводів або компонентів для кращого візуального розрізнення.

Підключення елементів до Arduino та макетної плати

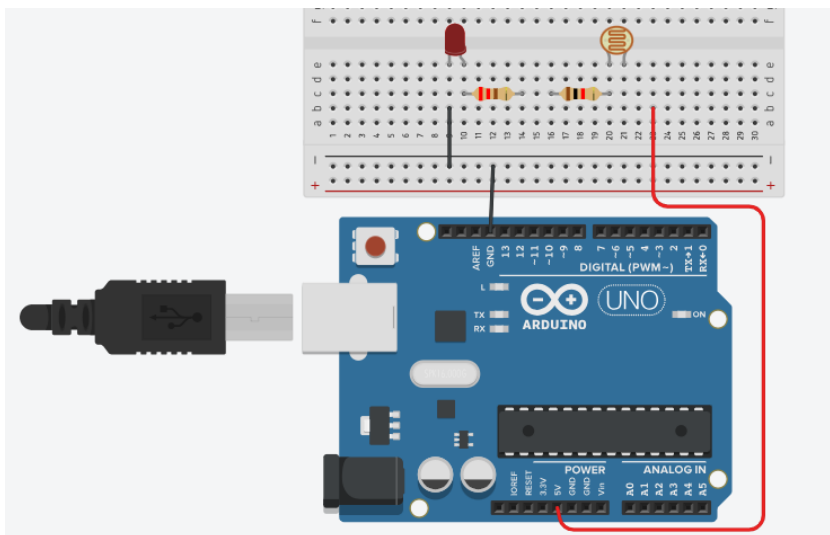
1. На макетній платі знайдіть сигнальні шини (+ і – або вертикальні ряди, які будуть під'єднані до живлення).



2. Під'єднайте 5V вихід Arduino до однієї з шин позитивної напруги на платі (провід бажано зробити червоним).



3. Під'єднайте один із контактів **GND** Arduino до шини «мінус» / землі на платі (звичайно чорним проводом). Це створює спільний контур живлення.



Ланцюг фоторезистора:

4. Один вивід фоторезистора з'єднайте дротом із шиною 5V (безпосередньо або через отвори платі).
5. Другу ніжку фоторезистора з'єднайте з одним кінцем резистора 1 kΩ.
6. Вільний кінець резистора 1 kΩ під'єднайте до шини GND. Таким чином утворюється подільник напруги: фоторезистор + резистор.
7. Від вузла з'єднання фоторезистора й резистора протягніть провід до аналогового входу A0 на Arduino – тут контролер «зчитуватиме» рівень освітленості.

Ланцюг світлодіода:

8. Катод світлодіода (коротка ніжка, позначена плоским зрізом корпусу) з'єднайте через резистор 220 Ω з шиною GND.
9. Анод світлодіода (довга ніжка) під'єднайте дротом до цифрового виводу 9 на Arduino (або іншого, обраного вчителем).
10. Перевірте, щоб у схемі не було «висячих» кінців проводів, усі з'єднання були логічно завершеними.

Погляньте на схему загалом:

- Arduino живить плату (5V і GND).
- Фоторезистор утворює разом із резистором 1 kΩ подільник напруги, вузол якого підключений до A0.
- Світлодіод під'єднаний між піном 9 і землею через резистор 220 Ω.

Запуск симуляції та дослідження поведінки світильника

1. Натисніть кнопку **Start Simulation** у верхній частині вікна.
2. Переконайтесь, що Arduino «увімкнувся» (позначення живлення активні).
3. Виділіть фоторезистор; у правій частині з'явиться панель властивостей, де можна змінювати рівень освітленості (повзунок або поле Light Level).
4. Повільно змінюйте освітленість і спостерігайте за яскравістю світлодіода: при більшому освітленні опір фоторезистора зменшується, напруга на A0 змінюється, і, за наявності прошитої стандартної програми, світильник відповідно реагує (якщо код ще не додавався – учитель може тимчасово використовувати готовий приклад).
5. Зафіксуйте у зошиті кілька «режимів»:
 - максимальне освітлення – як світить LED;
 - напівтемрява – як змінюється яскравість;
 - майже повна темрява – чи вмикається/посилюється світло.

Якщо світлодіод не світиться або поводить себе неочікувано:

- перевірте полярність LED (анод має йти до піну 9, катод – до резистора й GND);
- переконайтесь, що номінали резисторів задані правильно – 220 Ω і 1 kΩ;
- перевірте, чи A0 підключений саме до точки між фоторезистором і резистором, а не до однієї з шин живлення.

Збереження, оформлення результатів і короткий аналіз

1. Зупиніть симуляцію кнопкою **Stop Simulation**.
2. Переконайтеся, що назва проєкту правильна (Smart_Lamp_9A_Прізвище); за потреби змініть її.
3. Зробіть один-два скріншоти схеми (загальний вигляд і крупний план вузла з фоторезистором).

Тема: Створення простого 3D-об'єкта в середовищі Tinkercad.

Теоретичні відомості

3D-моделювання – це процес створення тривимірних об'єктів у віртуальному просторі. Координатна система містить три осі: XXX (ширина), YYY (глибина), ZZZ (висота). Об'єкти описуються геометричними параметрами (розміри, положення, орієнтація) і можуть поєднуватися між собою.

Tinkercad – безкоштовне онлайн-середовище для 3D-моделювання, яке працює без встановлення програм. Користувач оперує базовими геометричними фігурами (box, cylinder, sphere, wedge, polygon тощо), змінюючи:

- розміри (scale);
- положення (move);
- орієнтацію (rotate);
- колір і тип фігури: **Solid** (тіло) – видима частина моделі; **Hole** (отвір) – негативна форма, яка «вирізає» фрагмент тіла.

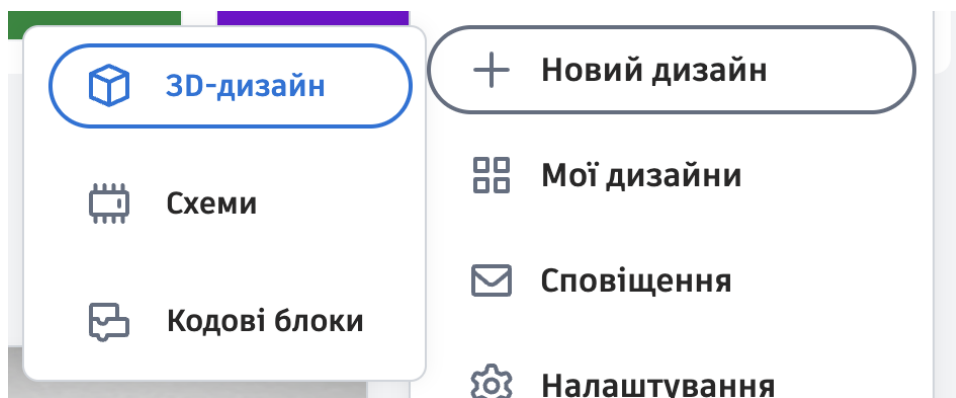
Для створення складніших об'єктів застосовують:

- **Align** – вирівнювання кількох об'єктів за вибраними осями;
- **Group / Ungroup** – групування й розгрупування об'єктів для отримання єдиного цілого;
- **Duplicate** – копіювання збережених параметрів;
- **Snap Grid** – крок переміщення по сітці (зручно для точного розташування).

Хід лабораторної роботи

Крок 1. Вхід у сервіс Tinkercad

1. Відкрийте браузер, перейдіть на сайт **www.tinkercad.com**.
2. Натисніть **Sign in**. Оберіть варіант входу (через Google/ Microsoft/код класу).
3. Після авторизації перейдіть у розділ **3D Design** → **Create new design**.



4. Змініть випадково згенеровану назву проєкту на осмислену, наприклад: «Brellok_9A_Прізвище».

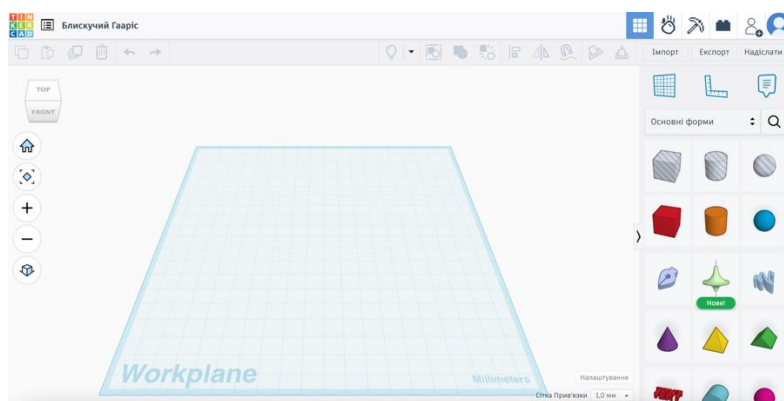
Учитель перевіряє, чи всі успішно увійшли й бачать робочу площину.

Крок 2. Ознайомлення з інтерфейсом

Учитель демонструє на проєкторі й паралельно учні повторюють:

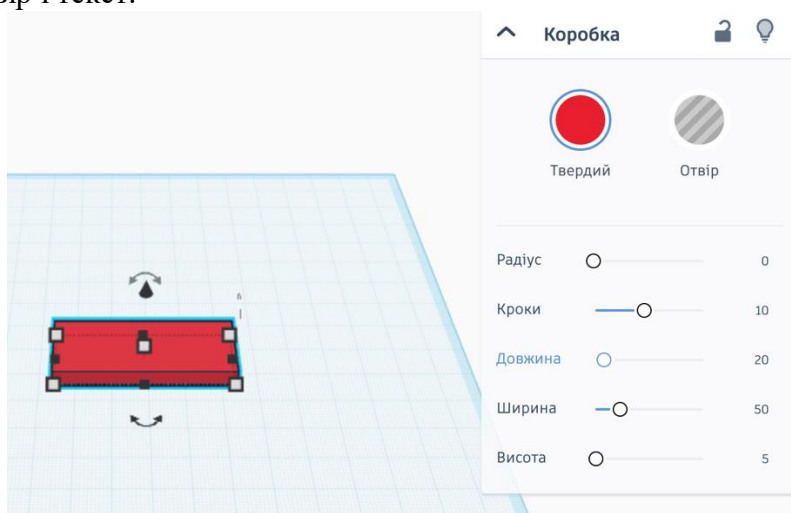
- Робоча площина **Workplane** (блакитна сітка), кнопки навігації (куб огляду, zoom).
- Панель фігур: Basic Shapes, Text, Symbols тощо.
- Панель властивостей виділеного об'єкта: колір, тип (Solid/Hole), точні числові розміри.
- Кнопки **Duplicate**, **Delete**, **Undo/Redo**, **Group**, **Ungroup**, **Align**.

Можна дати мікрозавдання: «Знайдіть у своєму вікні кнопку Group та покажіть сусідові».



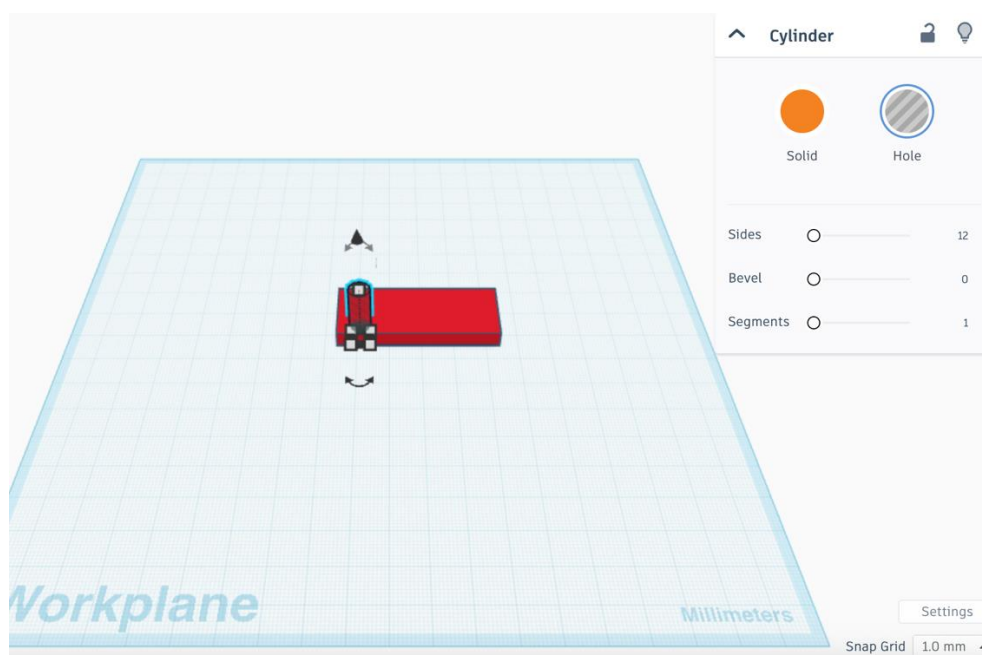
Крок 3. Створення основи брелока

1. Перетягніть на робочу площину фігуру **Box**.
2. Задайте їй розміри (через «білі квадратики» або поле розмірів):
 - ширина $X=50X = 50X=50$ мм;
 - глибина $Y=20Y = 20Y=20$ мм;
 - висота $Z=5Z = 5Z=5$ мм.
3. Переконайтеся, що «Box» лежить на робочій площині (значення висоти відносно площини – 0).
4. Змініть колір основи (наприклад, на синій чи зелений) – це допоможе краще бачити отвір і текст.



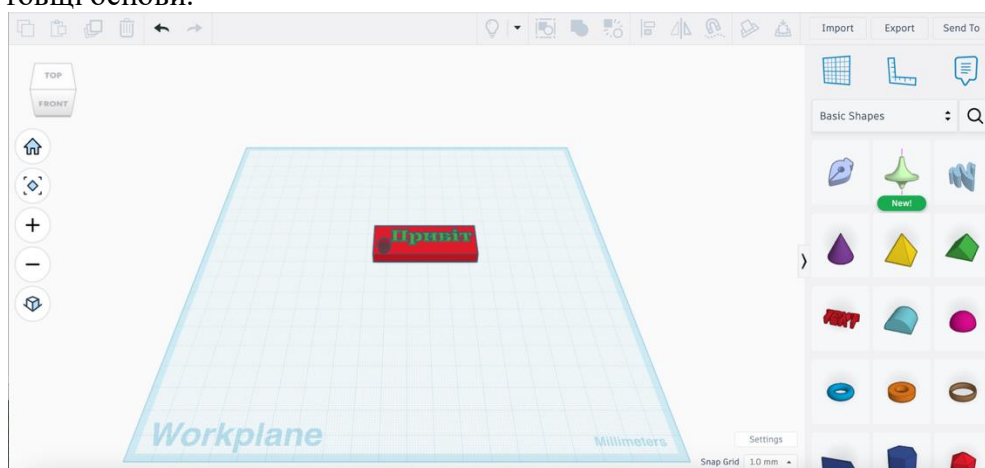
Крок 4. Створення отвору під кільце

1. Перетягніть фігуру **Cylinder**.
2. У властивостях змініть тип з **Solid** на **Hole**.
3. Встановіть розміри: діаметр 6×6 мм, висота 5 мм (щоб отвір був повністю наскрізним).
4. Перемістіть отвір-циліндр до одного з кутів основи (можна змінити Snap Grid на менший крок – 0,5 або 1 мм для точніших рухів).
5. За потреби виділіть основу та отвір одночасно й скористайтесь інструментом **Align**, щоб циліндр був симетрично розташований по краю.
6. Поки не натискайте Group – отвір стане справжнім тільки після групування.



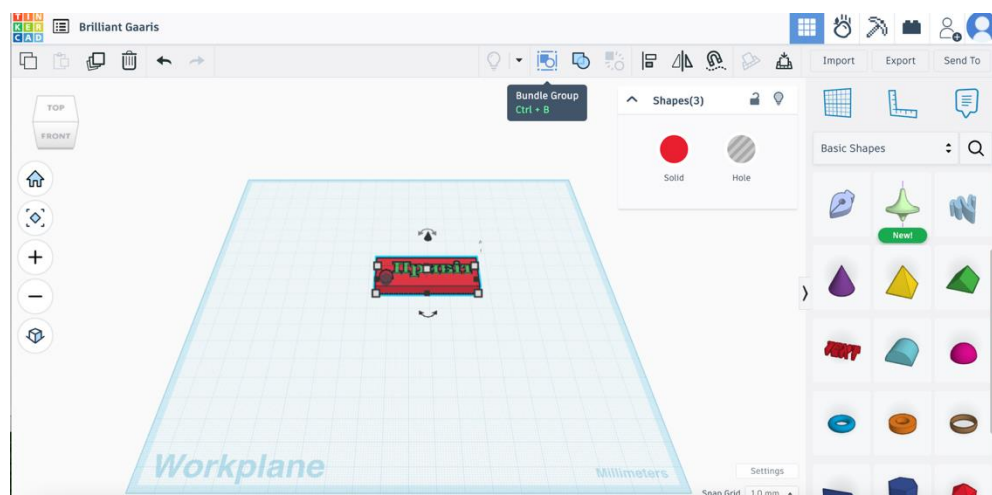
Крок 5. Додавання й налаштування тексту

1. З панелі фігур оберіть **Text**.
2. Перетягніть його на робочу площину, задайте текст – власне ім'я, нікнейм чи слово (не більше 8–10 символів для цього розміру основи).
3. Встановіть висоту тексту 3–4 мм, а довжину/ширину так, щоб надпис повністю містився всередині прямокутної основи.
4. Розташуйте текст над основою (можна трохи підняти по осі Z, якщо хочете об'ємний рельєф).
5. Використайте **Align**, щоб вирівняти текст по центру прямокутника.
6. За бажанням:
 - залишити текст **Solid** (надпис буде виступати над поверхнею);
 - або змінити тип тексту на **Hole**, щоб отримати «вигравійований» напис у товщі основи.



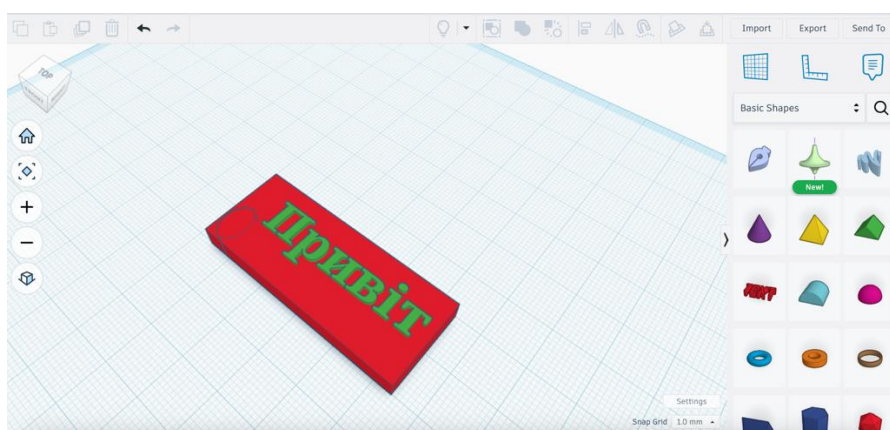
Крок 6. Групування об'єктів

1. Виділіть усі елементи моделі (основу, отвір-циліндр, текст).
2. Натисніть кнопку **Group**.
3. Переконайтеся, що:
 - циліндр «вирізає» отвір;
 - текст або «врізаний», або виступає як єдиний об'єкт разом з основою.
4. За потреби використайте **Ungroup**, скоригуйте розміщення елементів і знову згрупуйте.



Крок 7. Налаштування вигляду, перевірка та збереження

1. Оберіть інший ракурс перегляду (обертання сцени) та перевірте модель з різних боків.
2. За потреби змініть колір моделі або окремих її частин до групування.
3. Переконайтеся, що назва проєкту відповідає вимогам (клас, прізвище).
4. Tinkercad зберігає автоматично, однак учитель просить учнів перевірити, чи не відображається повідомлення про помилки з'єднання або автозбереження.



Крок 8. Підготовка до 3D-друку

(виконується, якщо є 3D-принтер або планується передати модель технічному ліцею/гуртку)

1. Натисніть **Export** → **.STL**.
2. Збережіть файл у вказану папку (наприклад, «9A_3D_моделі»).
3. Коротко поясніть учням, що цей файл може бути відкритий у програмі-слайсері для подальшого 3D-друку (учитель показує на проєкторі загальний вигляд слайсера).

Download3D Print

Include

☒ Everything in the design.

☐ Selected shapes (you need to select something first.)

Take Your Designs Further with Autodesk

 Autodesk Fusion

 AUTODESK Forma

For 3D Print

.OBJ

.STL

GLTF (.glb)

For Lasercutting

.SVG

More information

Google C