

Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка

Фізико-математичний факультет

Кафедра інформатики

УДК 378.016:51:004

Момот Роман Анатолійович

**НАВЧАННЯ КОМП'ЮТЕРНОМУ МОДЕЛЮВАННЮ
НА УРОКАХ ІНФОРМАТИКИ**

Галузь знань: 01 Освіта

Спеціальність 014 Середня освіта (Інформатика)

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього рівня «Магістр»

Науковий керівник:

_____ О.В. Семеніхіна,
доктор педагогічних наук, професор,
професор кафедри інформатики

Виконавець:

_____ Р.А. Момот

Суми – 2021

ЗМІСТ

ВСТУП	3
Розділ 1. КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ	6
1.1. Моделі та їх побудова.....	6
1.2. Сутність комп'ютерного моделювання	16
1.3. Спеціалізоване ПЗ для комп'ютерного моделювання	25
Висновки до розділу 1	30
Розділ 2. ОСОБЛИВОСТІ НАВЧАННЯ КОМП'ЮТЕРНОМУ МОДЕЛЮВАННЮ В ПРОФІЛЬНІЙ (СТАРШІЙ) ШКОЛІ.....	32
2.1. Аналіз навчальних програм з інформатики для старших класів ...	32
2.2. Аналіз актуальних підручників з інформатики	37
2.3. Методичні особливості навчання комп'ютерному моделюванню на уроках інформатики	42
2.4. Розв'язання типових задач з теми «Моделювання»	44
Висновки до розділу 2	59
ВИСНОВКИ	61
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	63
ДОДАТКИ	78

ВСТУП

Сучасна наука оперує різноманітними методами, серед яких моделювання є одним із найпоширеніших, оскільки дозволяє відійти від ідеального подання об'єкта та використовувати його аналог, у якому збережено найсуттєвіші характеристики, які дають змогу говорити про властивості об'єкта після певних змін чи впливів на нього.

Моделювання як метод пізнання використовувався ще у давнину при розрахунках площ земельних ділянок, які зводилися до обчислення площ багатокутника. Елементи математичного моделювання використовувалися у часи Ньютона і Ейлера, коли вчені намагалися підпорядкувати закони природи математичним законам, підтриманим аналітичними розрахунками. З появою комп'ютерної техніки метод моделювання знову став одним із провідних, оскільки числові математичні моделі, розраховані на комп'ютері, давали можливість прогнозувати наслідки і можливі шляхи вирішення абстрактно сформульованих задач, а опрацювання комп'ютером варіантів розв'язків стало не лише швидким, а й наочним.

Розвиток комп'ютерної техніки сприяв не лише відродженню методу моделювання, а й призвів до появи спеціалізованих середовищ, де стало можливим моделювання різних об'єктів (процесів). Навчання моделюванню є одним із завдань курсу шкільної інформатики, а тому розроблення методичних рекомендацій чи дидактичних матеріалів для підтримки цього процесу є актуальною проблемою в галузі методики навчання інформатики, яка потребує свого вирішення.

Об'єкт дослідження: навчання інформатики учнів ЗЗСО.

Предмет дослідження: навчання комп'ютерному моделюванню на уроках інформатики.

Мета дослідження: виявити методичні особливості навчання комп'ютерному моделюванню на уроках інформатики.

Завдання дослідження:

- 1) визначити роль і місце методу моделювання серед методів наукового пізнання;
- 2) схарактеризувати сутність комп'ютерного моделювання;
- 3) проаналізувати спеціалізоване ПЗ для створення комп'ютерних моделей;
- 4) провести аналіз навчальних програм і підручників з інформатики за темою дослідження;
- 5) описати методичні особливості навчання комп'ютерному моделюванню на уроках інформатики, розробити авторські дидактичні матеріали.

Для досягнення мети використано низку **методів** дослідження:

теоретичні – аналіз і узагальнення науково-методичних джерел для обґрунтування актуальності теми дослідження, визначення місця теми «Моделювання» у шкільному курсі інформатики; зіставлення для виявлення обсягів дидактичної підтримки теми «Моделювання» у шкільному курсі інформатики; контент-аналіз з метою характеристики спеціалізованого програмного забезпечення в галузі моделювання; узагальнення для виявлення методичних особливостей навчання комп'ютерному моделюванню на уроках інформатики.

Практична значущість дослідження полягає в розробленні авторських дидактичних матеріалів для навчання комп'ютерному моделюванню на уроках інформатики.

Апробація матеріалів дослідження здійснювалася на наукових заходах різних рівнів, серед яких: XIV Всеукраїнська науково-практична конференція «Інформаційні технології у професійній діяльності» (1 листопада 2021 року, м. Рівне) [36] та на онлайн-семінарі Лабораторії використання ІТ в освіті (22 квітня 2021 року).

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається зі вступу, двох розділів, загальних висновків та списку використаних джерел.

У першому розділі «Комп'ютерне моделювання» висвітлено сутність понять «модель» і «моделювання», а також проаналізовано спеціалізоване програмне забезпечення для комп'ютерного моделювання.

У другому розділі «Особливості навчання комп'ютерному моделюванню в профільній (старшій) школі» подано аналіз навчальних програм з інформатики для старших класів та аналіз актуальних підручників з інформатики на предмет вивчення моделювання на роках інформатики, а також схарактеризовано методичні особливості навчання комп'ютерному моделюванню на уроках інформатики та подано розв'язання типових задач з моделювання разом із задачами для самостійної роботи.

Загальний обсяг роботи 62 сторінки основного тексту. Список використаних джерел включає 60 одиниць. Робота містить 41 рисунків та 7 таблиць.

Робота буде цікавою працюючим і майбутнім учителям інформатики, які досліджують особливості навчання інформатики учнів старшої школи та особливості навчання комп'ютерного моделювання.

Розділ 1.

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

1.1. Моделі та їх побудова

Слово «модель» походить від латинського слова «modulus», що в перекладі означає «зразок». Це поняття використовується в різних сферах людської діяльності і має багато сенсів. Його первинне значення було пов'язане з будівельним мистецтвом, і у всіх європейських мовах воно вживалося для позначення прообразу або об'єкта, схожого в якомусь відношенні з іншим об'єктом [35].

Термін «модель» став затребуваним у XX столітті у зв'язку з появою комп'ютерів, хоча самі моделі використовуються людством із стародавніх часів [19]. Саме за допомогою моделей розвивалися мови спілкування, писемність, графіка. Наскальні зображення людей, карти, картини, книги – все це модельні форми подання та передачі знань про навколишній світ наступним поколінням людей (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Стародавні моделі – наскальні малюнки

Але поряд з цими матеріальними, часто званими натурними, моделями люди завжди відображали у своєму мисленні об'єкти реальності через уявні образи. Це перший етап відображення світу в мисленні людини. З появою комп'ютера ситуація радикально змінилася. Люди змогли створювати комп'ютерні моделі реального світу або реального процесу.

Перейдімо до означення поняття «модель».

Модель – штучно створений об'єкт, який відтворює в певному виді реальний об'єкт (оригінал) [19].

Модель – це фізичний або інформаційний аналог об'єкта, функціонування якого за певними параметрами подібне функціонуванню реального об'єкта.

Модель – це новий об'єкт, який відображає деякі сторони досліджуваного об'єкта, процесу або явища, істотні з точки зору цілей моделювання [28].

Модель – це об'єкт-заступник об'єкта оригіналу, часто існує у формі, що відрізняється від форми наявного оригіналу, але зберігає деякі його властивості [36].

Великий енциклопедичний словник визначає модель наступним чином: «Модель – деякий матеріальний чи подумки представлений об'єкт або явище, що заміщає оригінальний об'єкт або явище, що зберігає тільки деякі важливі його властивості, наприклад, в процесі пізнання (споглядання, аналізу і синтезу) або конструювання» [40].

Модель – об'єкт або опис об'єкта, системи для заміщення (при певних умовах, пропозиціях, гіпотезах) однієї системи (тобто оригіналу) іншою системою для вивчення оригіналу або відтворення будь-яких його властивостей [31].

Вирішення будь-якої виробничої або наукової задачі описується наступним технологічним ланцюжком (рис. 1.2).



Рис. 1.2. Технологічний ланцюжок рішень

У цьому ланцюжку дуже важливу роль грає ланка «модель» як необхідний, обов'язковий етап вирішення цього завдання. Під моделлю при цьому розуміється деякий уявний образ реального об'єкта (системи), що відображає істотні властивості об'єкта і замінює його в процесі виконання завдання.

Виділимо основні властивості моделі (рис. 1.3).

Завершеність	• Модель відображає оригінал лише в кінцевому числі його відносин, і ресурси моделювання кінцеві
Спрощеність	• Модель відображає тільки істотні сторони об'єкта і, крім того, повинна бути проста для дослідження або відтворення
Приблизність	• Дійсність відображається моделлю грубо або приблизно
Адекватність	• Модель повинна успішно описувати систему, що моделюється
Наочність	• Видимість основних властивостей і відносин
Доступність і технологічність	• Для дослідження або відтворення
Інформативність	• Модель повинна містити достатню інформацію про систему і давати можливість отримати нову інформацію
Збереження	• Інформації, що містилася в оригіналі (з точністю розглянутих при побудові моделі гіпотез)
Повнота	• В моделі повинні бути враховані всі основні зв'язки і відносини, необхідні для забезпечення мети моделювання
Стійкість	• Модель повинна описувати і забезпечувати стійку поведінку системи, якщо навіть та спочатку є нестійкою
Замкнутість	• Модель враховує і відображає замкнену систему необхідних основних гіпотез, зв'язків і відносин

Рис. 1.3. Властивості моделей [21]

У багатьох випадках використання моделей для отримання інформації про сам оригінал дозволяє економити кошти або час, або отримати більш точну і якісну інформацію. Моделі потрібні, щоб отримати інформацію про будову, властивості, поведінку або функціонування об'єкта-оригіналу.

Розглядаючи приклади моделей, можна відповісти на запитання чому всю інформацію не можна отримати від оригіналу.

1. Оригінал не існує в даний час або взагалі не існував.
2. Дослідження оригіналу дороге або небезпечне (ядерні випробування, чорні діри, вплив невагомості на здоров'я людини, вплив холоду на людський організм, дослідження надр Землі, вимір температури ядра Землі).
3. Дослідження оригіналу дуже складне (Галактика – дуже великі розміри, ядро атома – дуже малі розміри, реактивне рух – дуже швидкий процес, зростання корала – дуже повільний процес).
4. Дослідження тільки окремих властивостей оригіналу (гранична вантажопідйомність моста, гранично допустима швидкість автомобіля, температура плавлення пластику).

В основі моделювання лежить теорія подібності, яка стверджує, що абсолютна подібність може мати місце лише при заміні об'єкта іншим точно таким же. При побудові моделі абсолютна подібність не потрібна, але, потрібно, щоб модель досить добре відображала властивості оригіналу [16].

Побудова моделі завжди пов'язана з будь-яким завданням, яке розв'язує людина. Тільки завдання дозволяє обмежити всю кількість властивостей реального об'єкта, процесу або явища при побудові його моделі.

Для класифікації моделей можна використовувати різні ознаки.

Класифікація моделей за формою існування (або за змістом)

Схема класифікації моделей за змістом приведена на рис. 1.4 [36].

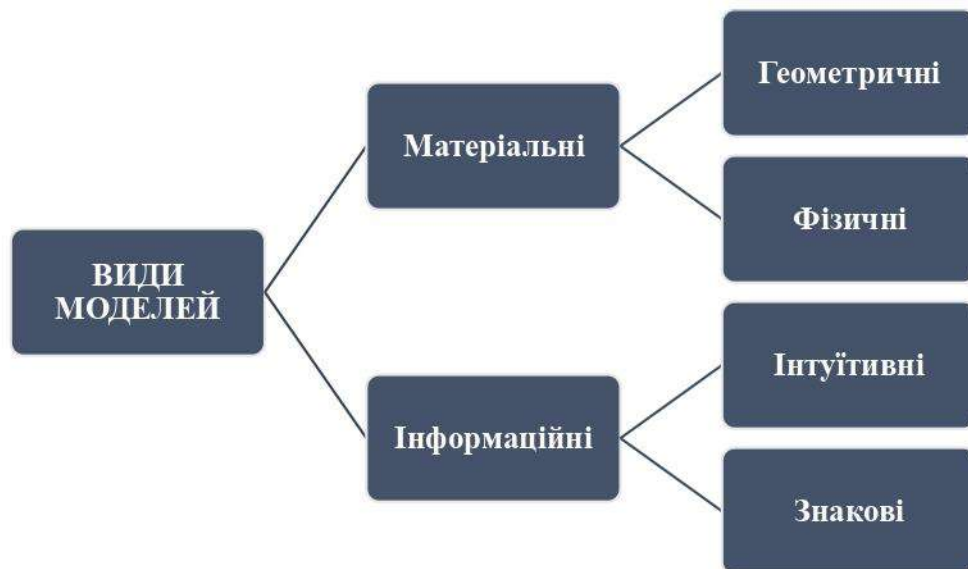


Рис. 1.4. Схема класифікації моделей за змістом

1. До матеріальних (або натурних) відносяться моделі, які відтворюють основні геометричні, фізичні, динамічні і функціональні характеристики досліджуваного об'єкта або явища. Це моделі реального світу, їх можна почути, побачити, відчувати. Вони підпорядковуються фізичним законам. Основними видами матеріальних моделей є геометричні та фізичні, деякі автори додають до них ще аналогові моделі.

Модель називається геометричною, якщо вона геометрично подібна своєму оригіналу, тобто, зберігає його форму і пропорції [7].

Як правило, геометричні моделі зазвичай є зменшеною або збільшеною копією оригіналу і використовуються для демонстраційних цілей. Так як вони часто виконуються в масштабі, відмінному від масштабу самого оригіналу, геометричні моделі ще називають масштабними. Громіздкі об'єкти (кораблі, ракети, будівлі, рис.1.5) представляються в таких моделях в зменшеному вигляді, а дрібні об'єкти (молекули, мікросхеми, атоми, рис. 1.6) – представляються в збільшеному вигляді. У ряді випадків геометрична модель має той же масштаб, що і об'єкт-оригінал (копія картини, скульптури, форма сукні). Крім того, зустрічаються геометричні моделі, що мають меншу «мірність», ніж оригінал. Наприклад, географічна карта – двовимірний тривимірний простору.



Рис.1.5. Модель будівлі

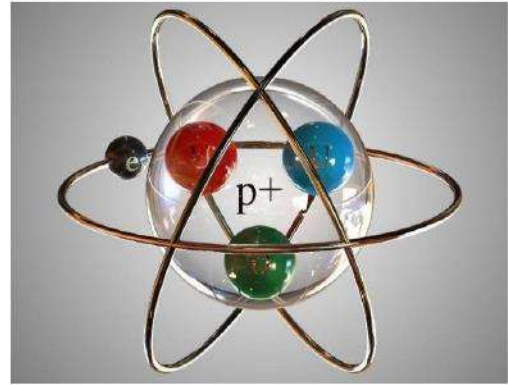


Рис.1.6. Модель атома

Модель називається фізичною, якщо вона подібна до свого оригіналу не тільки з точки зору геометричних співвідношень, але й з точки зору фізичних процесів, що відбуваються в ній. При цьому і модель, і оригінал завжди мають однакову фізичну структуру.

Наприклад, літак в аеродинамічній трубі (рис. 1.7) – фізична модель літака, акваріум з морськими водоростями і рибками (рис. 1.8) – фізична модель морської екологічної системи.



Рис.1.7. Модель літака



Рис.1.8. Модель екосистеми

2. До інформаційних відносяться моделі, що мають абстрактну (уявну) аналогію з об'єктом-оригіналом, вони не мають матеріального втілення, тому що будуються тільки на даних. До них відносяться вербальні і знакові моделі.

Модель називається вербальною (або інтуїтивною), якщо вона подана в уявній або розмовній формі [13]. Оригінал такої моделі або не потребує

формалізації, або не піддається їй. Така модель виходить у результаті роздумів і умовиводів людини. Наприклад, життєвий досвід кожної людини – це його вербальна модель світу. Перш ніж написати твір, статтю, есе, автор уявляє вербальну модель цієї праці. Кожна людина містить в пам'яті уявні образи знайомих людей, прочитаних книг, переглянутих кінофільмів – ці образи і є вербальні моделі людей, книг, кінофільмів, хоча самі книги і кінофільми є знаковими моделями.

Модель називається знаковою, якщо описує основні властивості і відношення реального об'єкта або процесу за допомогою певної системи знаків і символів, тобто засобами будь-якої формальної мови (літературної, алгоритмічної, математичної, мови програмування) [5].

Всі знакові моделі є символічними, це штучні логічні об'єкти, які заміщають реальні. Це можуть бути списки, схеми, креслення, графіки, математичні формули тощо (рис. 1.9). Наприклад, плакат зі схемою кровообігу – це знакова модель системи кровообігу людини, знаками є криві і символи органів, з яких складена схема на плакаті. Рівняння – це знакова модель польоту тіла, вона складена із знаків – латинських букв і математичних символів.



Рис.1.9. Знакові моделі (схема, діаграма, формула)

Вербальні та знакові моделі, як правило, взаємопов'язані. Уявний образ, що народився в мозку людини, може бути конвертований в знакову форму, і навпаки, знакова модель допомагає сформувати в свідомості вірний уявний образ.

Класифікація моделей за фактором часу

Схема класифікації моделей за фактором часу відображена на рис.1.10.

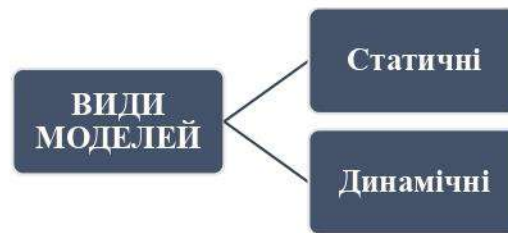


Рис. 1.10. Схема класифікації моделей за фактором часу

Модель називається статичною, якщо вона відображає лише структуру об'єкта-оригіналу або описує стан об'єкта в фіксований момент часу і не дозволяє простежити його розвиток у часі [17]. Інакше кажучи, статична модель являє собою як би «зріз» істотних властивостей об'єкта-оригіналу в певний момент часу (рис.1.11).

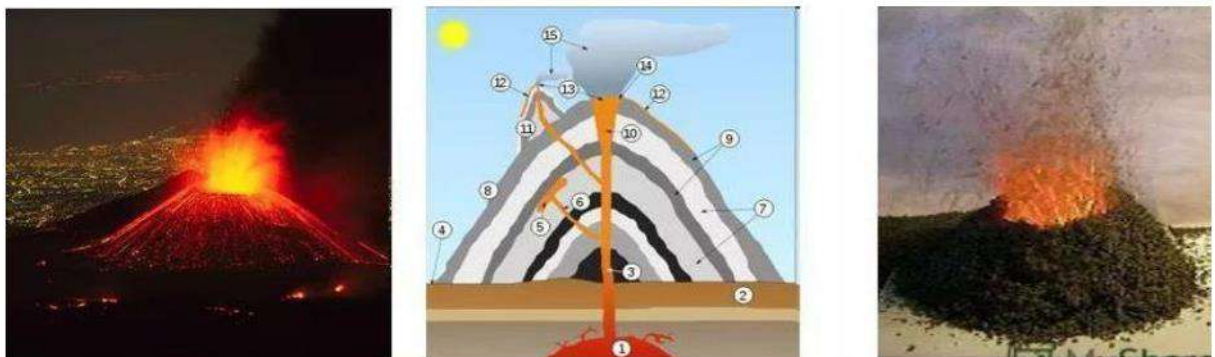


Рис.1.11. Статичні моделі виверження вулкана

Модель називається динамічною, якщо вона дозволяє побачити або прогнозувати поведінку, або функціонування оригіналу в часі [15]. Динамічні моделі містять інформацію, як про поведінку самого об'єкта-оригіналу, так і його складових частин. Такі моделі подаються у вигляді формул, схем співвідношень, що дозволяють обчислити параметри об'єкта і його частин як функції часу. Приклади динамічних моделей: набір формул небесної механіки, що описує рух планет Сонячної системи; графік зміни температури протягом

добі; відеозапис виверження вулкана, рівняння, розгортання ланцюжка ДНК (рис.1.12).

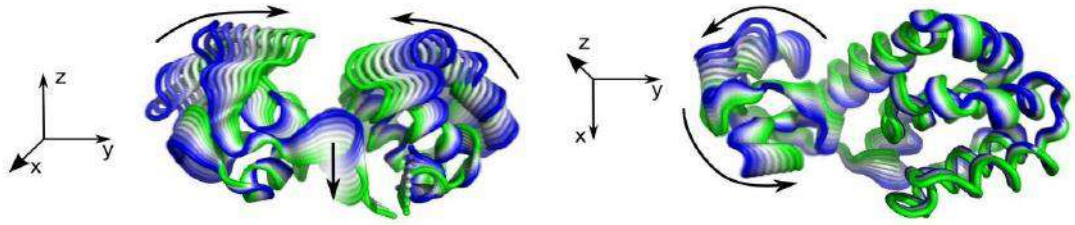


Рис.1.12. Динамічна модель зміни ланцюжка ДНК

Залежно від мети моделювання для одного і того ж об'єкта можуть створюватися як статичні, так і динамічні моделі. Побудова динамічних моделей зазвичай складніша, ніж статичних, тому, якщо значення властивостей об'єкта змінюються зрідка або повільно, то краще побудувати статичну модель системи і за необхідності вносити в неї корективи.

Класифікація моделей за характером досліджуваних процесів

Класифікація моделей за характером досліджуваних процесів відображена на рис.1.13.

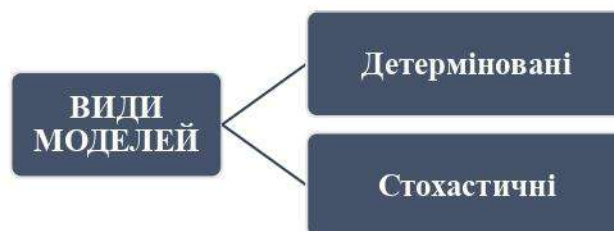


Рис. 1.13. Схема класифікації моделей за характером процесу

Модель називається детермінованою, якщо вона відображає процес, в якому передбачається відсутність випадкових факторів [2].

Модель називається стохастичною, якщо вона відображає процес, в якому є випадкові чинники із заданим імовірнісним розподілом [2].

На рис. 1.14 наведені приклади детермінованої і стохастичної моделей проникності ґрунту, рівняння – це детермінована модель процесу

рівноприскореного руху, модель броунівського руху частинок – стохастична модель.

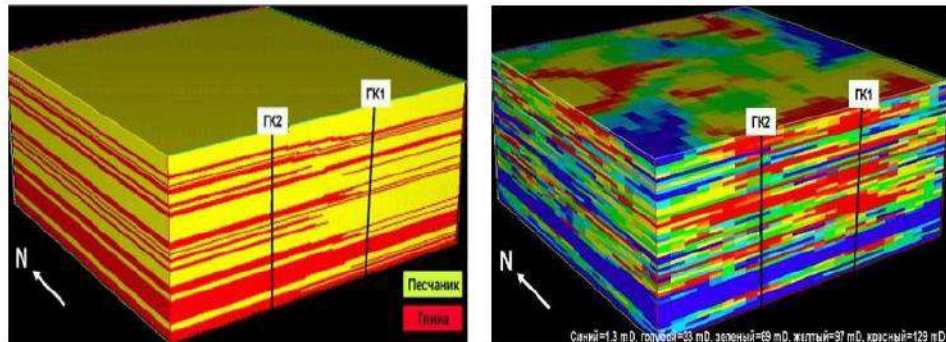


Рис.1.14. Детермінована та стохастична модель проникності ґрунту

Класифікація моделей за окремою характеристикою об'єкта

Схема класифікації моделей за цією ознакою наведена на рис. 1.15. У цій класифікації використовується одна з характеристик об'єкта моделювання, яка і виноситься в назву виду моделі.

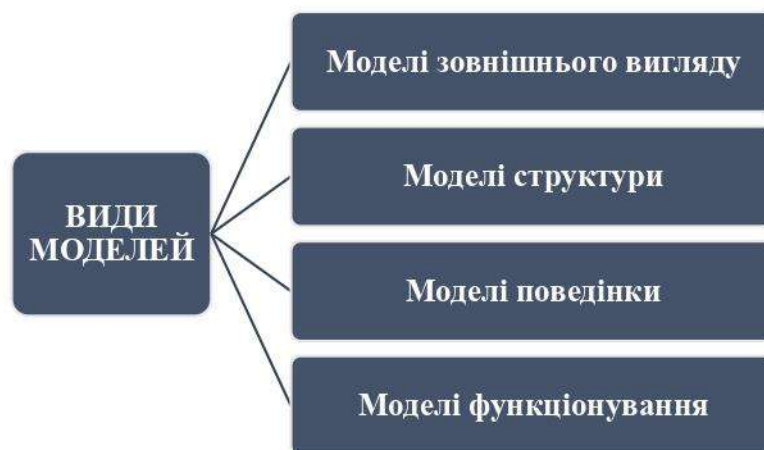


Рис. 1.15. Схема класифікації моделей за окремою характеристикою об'єкта

У цій класифікації назва характеристики визначає вид моделі. Розглянемо, як одну і ту саму модель можна класифікувати за чотирма різними ознаками (табл. 1.1).

Таблиця 1.1.

Приклад визначення моделей за розглянутими класифікаціями

Модель	Класифікація			
	<i>за змістом</i>	<i>за фактором часу</i>	<i>за характером досліджуваних процесів</i>	<i>за окремою характеристикою об'єкта</i>
Макет моста	матеріальна геометрична модель	статична модель	не класифікують, так як не є процесом	модель зовнішнього вигляду
Схема кровообігу	інформаційна знакова модель	статична модель	детермінована модель	модель структури

Таким чином, під моделлю розуміємо копію, образ певного реального явища, процесу чи об'єкта. Моделі займають важливе місце у сучасному світі. Поняття «модель», активно використовується не тільки в науці і техніці, але і в мистецтві, і в літературі, і у повсякденному житті. Відповідно до розглянутих класифікацій моделі можуть бути класифіковані відразу за деякими характеристиками, що допоможе більш детально вивчити її.

1.2. Сутність комп'ютерного моделювання

Існують різні способи пізнання навколишньої дійсності, деякі з них відомі дуже давно, наприклад, евристичний (метод проб і помилок). Він передбачає проведення великого числа проб, дослідів для встановлення істини. Такий метод пізнання дуже довгий.

Так як будь-яка модель будується з метою отримання інформації про об'єкт-оригінал, то моделювання, за своєю суттю, є методом пізнання навколишньої дійсності.

Моделювання в наукових дослідженнях почали застосовувати ще в глибоку давнину, воно поступово поширювалося на все нові галузі наукових знань: будівництво та архітектуру, астрономію, фізику, хімію, біологію, технічне конструювання і суспільні науки.

Тлумачення поняття «моделювання», як і моделі, неоднозначно.

Моделювання – спосіб, процес заміщення оригіналу його аналогом (моделлю) з подальшим вивченням властивостей і поведінки оригіналу на моделі [30].

Моделювання – дослідження об'єктів пізнання на їх моделях [1].

Моделювання – побудова і вивчення моделей реально існуючих об'єктів, процесів і явищ з метою отримання пояснень цих явищ, а також для передбачення явищ, що цікавлять дослідника [38].

Моделювання – це метод наукового пізнання дійсності (систем, процесів, явищ) за допомогою побудови, вивчення і використання моделей [18].

Моделювання є процес переходу з реальної області у віртуальну (модельну) за допомогою формалізації [14].

Моделювання як метод пізнання дозволяє:

1. Зрозуміти як влаштована система (об'єкт), тобто, яка її структура, її властивості, її закони розвитку. Наприклад, побудувавши модель Всесвіту, вчені встановили, що вона розбігається.

2. Прогнозувати поведінку системи в часі при різних зовнішніх впливах. Наприклад, досліджуючи модель Сонячної системи, вчені прийшли до висновку, що Сонце через 4 мільярди років вибухне.

3. Навчитися оптимально управляти системою відповідно до обраного критерію. Наприклад, побудувавши модель такого процесу, як завантаженість міського транспорту протягом дня, можна з'ясувати, яку кількість автобусів, за якими маршрутами, о котрій годині потрібно випускати на лінії [20].

У вузькому сенсі (в техніці, науці, побуті) під моделюванням розуміється сам процес побудови і/або використання моделі.

Головна особливість моделювання як методу пізнання полягає в тому, що це метод опосередкованого пізнання дійсності за допомогою об'єктів-замінників. Модель в ньому виступає як інструмент пізнання, за допомогою якого вивчається цей об'єкт [4]. Перенесення результатів, отриманих в ході побудови і дослідження моделі, на оригінал можливий тому, що модель в певному сенсі відтворює (відображає, описує, імітує) деякі характеристики оригіналу, що цікавлять дослідників.

Необхідність використання моделювання залежить від того, що багато об'єктів (або проблеми, які стосуються цих об'єктів) безпосередньо досліджувати або неможливо, або дослідження вимагає багато часу і коштів, тому, головним завданням моделювання є отримання інформації про об'єкт-оригінал через вивчення моделі [4].

Процес моделювання включає три елементи (рис. 1.16).

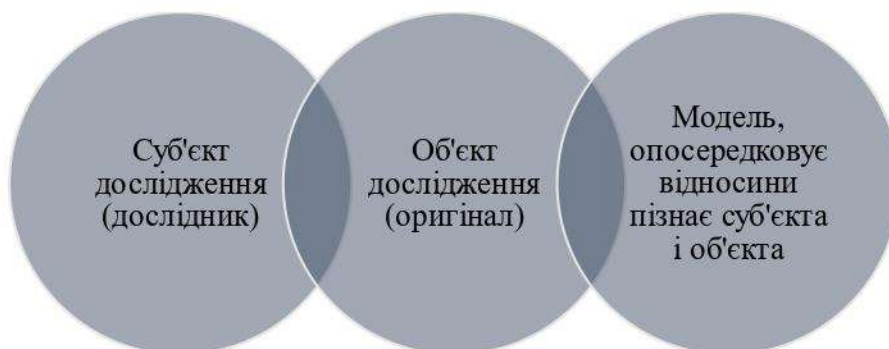


Рис. 1.16. Елементи процесу моделювання

Суб'єкт моделювання – це людина або група осіб, які будують, вивчають, чи використовують модель.

Об'єкт моделювання – це система, процес або явище для якого будується модель.

На рис. 1.17 зліва представлений суб'єкт моделювання – дослідник, який по черепу – оригіналу відновив обличчя людини (модель), що жив в VII столітті.

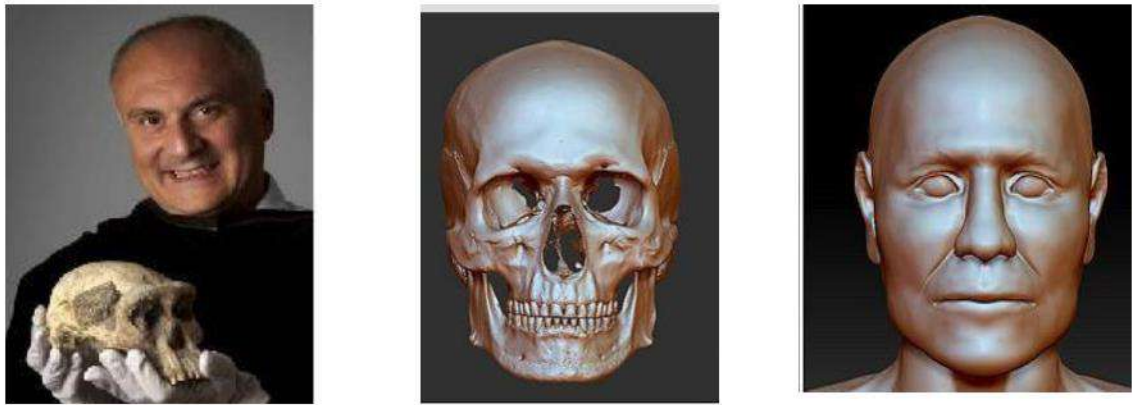


Рис.1.17. Три об'єкта моделювання

Наприклад, газетна стаття про подію – це модель, сама подія – об'єкт моделювання, репортер, який написав статтю і люди, її читають – це суб'єкти моделювання.

Розглянемо більш детально один із видів моделювання – комп'ютерне.

Комп'ютерне моделювання – це метод наукового пізнання дійсності за допомогою побудови комп'ютерних моделей і проведення з ними комп'ютерного експерименту [8].

Суть комп'ютерного моделювання полягає в отриманні кількісних і якісних характеристик об'єкта за його моделлю. Якісні висновки, одержувані за результатами аналізу, дозволяють виявити невідомі раніше властивості складної системи: її структуру, динаміку розвитку, стійкість, цілісність тощо. Кількісні висновки в основному носять характер прогнозу деяких майбутніх або пояснення минулих значень змінних, що характеризують систему.

Комп'ютерне моделювання для відтворення нової інформації використовує будь-яку інформацію, яку можна актуалізувати за допомогою комп'ютера.

У шкільних підручниках з інформатики можна зустріти різні визначення комп'ютерної моделі (рис. 1.18).

Комп'ютерна модель – це модель реального об'єкта, процесу або явища, отримана за допомогою комп'ютера.

Комп'ютерна модель – це інформація про систему, що моделюється, яка представлена засобами комп'ютера у вигляді малюнка, графіка, діаграми, тексту, електронної таблиці, бази даних, бази знань, анімаційного зображення, відеоролика і т.д.

Комп'ютерна модель є віртуальним об'єктом, так як існує лише в пам'яті комп'ютера і не підпорядковується фізичним законам (поза пам'яті віртуальних об'єктів немає).

Рис. 1.18. Визначення «комп'ютерної моделі»

В даний час виділяють два види комп'ютерних моделей (рис.1.19).



Рис. 1.19. Схема класифікації комп'ютерних моделей

Структурно-функціональними називаються комп'ютерні моделі, які представляють собою умовний образ об'єкта, описаний за допомогою комп'ютерних середовищ (фоторобот, тривимірна модель атома, траєкторія руху об'єкта) [29].

Імітаційними називаються комп'ютерні моделі, що представляють собою програму або комплекс програм, що дозволяє відтворювати процеси функціонування об'єкта в різних умовах (розпад атома, випромінювання частинок, розвиток ембріона, анімація роботи двигуна) [23].

Комп'ютерні моделі можна будувати за допомогою різноманітних програмних засобів: Excel, Word, Access, MathCad, 3DMAX і будь-яких систем програмування.

Комп'ютерна модель, в основі якої лежить математична модель, називається комп'ютерною математичною моделлю [36].

Комп'ютерні програми, написані на будь-якій мові програмування, які уможливають побудову моделей об'єктів, процесів, явищ, називаються програмами моделювання. Такі програми деякі автори відносять до комп'ютерних моделей поряд з результатами їх роботи.

Моделюючі програми можуть мати три основні блоки.

1. Блок вихідних даних. Цей блок визначає мету (стратегію) моделювання і може містити такі дані:

- Статичні параметри, такі як гравітаційна постійна, прискорення сили тяжіння, маса, розміри і т.д.
- Динамічні параметри, такі як час, швидкість, прискорення.

Ці дані в програмі можуть бути константами або змінними, значення для змінних можуть вводитися з клавіатури, з файлу або присвоюватися в самій програмі.

2. Робочий блок. Він містить алгоритм реалізації завдання, записаний у вигляді сукупності операторів мови програмування, якщо програма написана на алгоритмічній мові. Цей блок зазвичай містить процедури і функції обробки різних ситуацій. Якщо ж використовується логічна мова, то робочий блок – це база знань програми і її мета.

3. Блок результатів. Цей блок містить висновок результатів моделювання в будь-якому вигляді: словесному, числовому, графічному, у вигляді демонстрації або імітації процесу, або явища. У ряді випадків робочий блок і блок виведення результатів можуть збігатися.

Однією з основних переваг комп'ютерного моделювання як методу пізнання є можливість дослідника представляти результати моделювання в графічному вигляді, що дозволяє зробити навіть невидимі і абстрактні об'єкти «видимими», наприклад, побачити будову молекули, розпад атомного ядра, фоторобот, змодельований за словесним описом. Досить часто програми, що моделюють об'єкти, процеси, явища у вигляді графічних зображень, пишуться

на основі їх математичної моделі. Графічну модель можна побудувати взагалі без використання математики, наприклад, за допомогою точок, відрізків прямих і кривих ліній, плоских і об'ємних фігур тощо.

Незважаючи на велику різноманітність моделей, в процесі моделювання можна виділити ряд етапів, загальних для побудови будь-якої моделі. Розглянемо етапи комп'ютерного моделювання, яке базується на математичній моделі (рис.1.20).

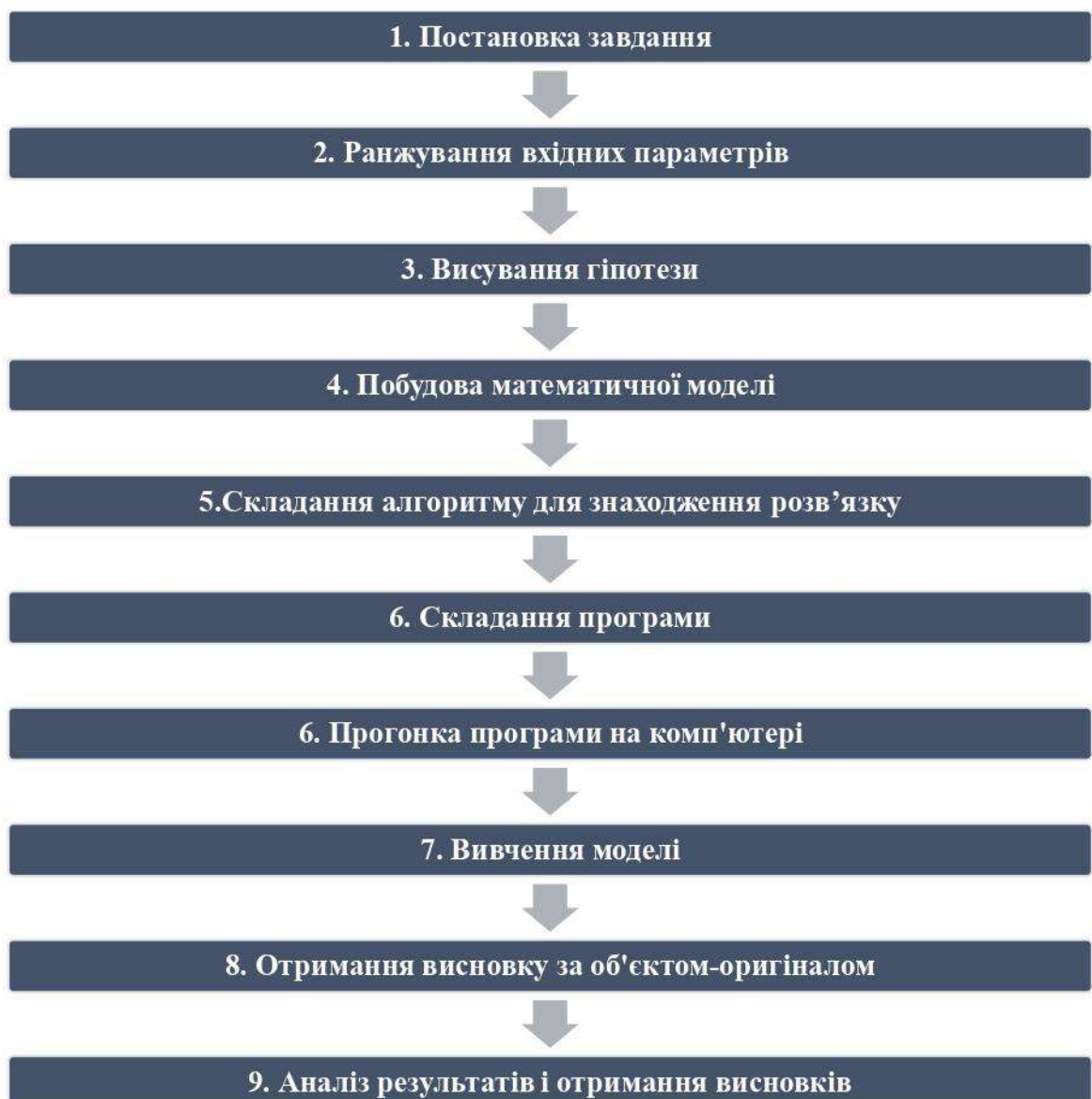


Рис. 1.20. Етапи комп'ютерного моделювання

1. Постановка завдання. На цьому етапі визначається, перш за все, мета моделювання. Далі, виходячи з мети:

- Визначається список вхідних величин від яких залежить будова або функціонування об'єкта або хід процесу,
- Визначається список вихідних величин значення яких потрібно отримати в результаті моделювання.

2. Ранжування вхідних параметрів. На цьому етапі вхідні параметри поділяються за ступенем важливості на значущі і другорядні.

Значущим називаються параметри, зміна яких істотно впливає на вихідні величини, саме їх і враховують в моделі.

Другорядними називаються параметри, зміна яких практично не впливає на вихідні величини, ці параметри в моделі не враховуються.

3. Висування гіпотези.

Гіпотеза – це припущення, засноване на невеликій кількості досвідчених даних, спостережень або здогадок.

На цьому етапі висуваються гіпотези про будову, властивості, поведінку, функціонування системи, що вивчається або явища. Вивчення моделі має підтвердити або спростувати гіпотезу.

4. Побудова математичної моделі. На цьому етапі виконуються наступні дії:

- Визначається набір постійних величин (констант), які характеризують сам модельований об'єкт і його складові частини. Це статичні параметри моделі;
- Визначається набір змінних величин, зміна значень яких змінює структуру або поведінку моделі, це динамічні або керуючі параметри моделі;
- Складаються формули і алгоритми, що зв'язують величини в кожному з станів модельованого об'єкта;
- Складаються формули і алгоритми, що описують процес зміни станів об'єкта, що моделюється.

Висунута раніше гіпотеза теж записується в термінах математичної моделі.

5. Складання алгоритму для знаходження рішення моделі.

Для знаходження рішення однієї математичної моделі в ряді випадків можна використовувати кілька алгоритмів. З декількох алгоритмів вибирається один, найбільш відповідний для вирішення поставленого завдання. Зазвичай використовують вже готові алгоритми, якщо таких немає, розробляються нові.

6. Складання програми. На цьому етапі, на основі обраного алгоритму, складається комп'ютерна програма або береться вже готова. Ця програма поряд з результатом її роботи і є комп'ютерною моделлю об'єкта або явища.

6. Прогонка програми на комп'ютері. На цьому етапі програма тестується з метою виявлення логічних помилок. На цьому ж етапі в тому чи іншому вигляді отримують результати моделювання.

7. Вивчення моделі. На цьому етапі з комп'ютерною моделлю проводять обчислювальний (комп'ютерний) експеримент, який дозволяє зробити висновки про будову, властивості, поведінку моделі. Ці висновки можуть бути отримані в будь-якій формі: словесній, числовій, графічній, табличній тощо.

8. Отримання висновку по об'єкт-оригіналу. На цьому етапі за аналогією робляться висновки про будову, досліджуваного об'єкта-оригіналу, його властивості, характеристики, передбачається чи імітується його поведінка або функціонування. Тут вже використовуються висновки, отримані на восьмому етапі.

Аналогія – це судження про подібність двох об'єктів по яких-небудь ознаках.

9. Аналіз результатів і отримання висновків. На цьому етапі робиться висновок, що математична модель, з якої проводився комп'ютерний експеримент, придатна, з нею можна працювати і далі, або, що модель – груба і її слід уточнити.

У конкретних випадках моделювання об'єкту чи процесу згадані етапи не обов'язково будуть присутні [23]. Наприклад, не обов'язково повинна висуватися гіпотеза, якщо про об'єкт-оригінал немає відомостей взагалі або їх дуже мало. Не обов'язково будувати модель, можна використовувати вже готову.

Якщо гіпотеза була висунута, і результати моделювання її підтвердили, то кажуть, що модель адекватна (близька) оригіналу. Якщо ж гіпотеза не підтвердилася, то тут можливі два варіанти:

- 1) гіпотеза невірна;
- 2) модель - груба, тобто вона не адекватна оригіналу.

У першому випадку потрібно висувати нову гіпотезу або брати за основу результати моделювання.

У другому випадку модель потрібно уточнити, тобто доповнити властивостями і характеристиками, які були відкинуті на першому етапі як другорядні, але які виявилися суттєвими для розв'язуваної задачі і знову провести дослідження.

Як висновок можна сказати, що комп'ютерне моделювання в порівнянні з лабораторним експериментом дає можливість отримувати наочні динамічні ілюстрації фізичних експериментів і явищ, відтворювати їх деталі, які часто не є очевидними при спостереженні реальних явищ і експериментів; візуалізувати не реальні явища природи, а їх спрощені моделі не досяжним в реальному фізичному експерименті. При цьому можна поетапно включати в розгляд додаткові чинники, які поступово ускладнюють модель і наближають її до реального фізичного явища; змінювати часовий масштаб подій; імітувати ситуації, не реалізовані в фізичних експериментах.

1.3. Спеціалізоване ПЗ для комп'ютерного моделювання

Для вивчення комп'ютерного моделювання не можна виділити певну категорію програм. Умовно програми для моделювання можна поділити на: програми для моделювання тривимірних об'єктів, програми математичного

моделювання, програми моделювання фізичних та хімічних процесів, програми для моделювання даних тощо.

Розглянемо приклади програм до кожної зі згаданих категорій.

До спеціалізованих програмних засобів моделювання тривимірної графіки варто віднести тривимірні графічні редактори. Серед найбільш розповсюджених є 3D Slash, Meshmixer 3.0, AutoDesk 123D, TinkerCAD, Wings 3D, FreeCAD, Blender та ін.

3D Slash [46] – програмне забезпечення для 3D-моделювання, яке дозволяє створювати моделі з використанням простої концепції будівельних блоків.

Даний сервіс набагато простіший, ніж його аналоги: користувачі створюють тривимірні конструкції, працюючи над кубоїдом за допомогою інструментів для тривимірного моделювання: «Молоток», «Шпатель», «Долото», «Деревина» та «Дрель». 3D-проекти в програмі можна імпортувати та змінювати.

Meshmixer 3.0 [57] – програма, що дозволяє проєктувати 3D-прототипи, поєднуючи кілька моделей. Користувачі можуть вирізати потрібні частини моделей і вставляти їх в інші. Крім того, у програмі можна створювати скульптури та готувати свої прототипи до друку.

Програма з інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом *AutoDesk 123D* [45] пропонує багато інструментів для 3D-моделювання та автоматизованого проєктування. Крім цього, вона підтримує технологію 3D-друку та лазерного різання. ПЗ доступне на Windows, MacOS X та iOS.

TinkerCAD [58] – це програмне забезпечення, яке допоможе створити складні дизайни без особливих зусиль. Команда розробників TinkerCAD додала можливість проєктувати об'єкти за допомогою Codeblocks, що дозволяє проводити технічне параметричне моделювання. Завдяки йому якість 3D-моделей не так сильно залежить від того, наскільки добре користувач володіє мишею і клавіатурою.

Wings 3D [59] – програма для моделювання з інструментами, що дозволяють створювати реалістичні прототипи. З її допомогою можна текстурувати моделі – у цьому допомагає вбудований інструмент AutoUV. Програма не підтримує анімацію та представляє лише один рендер OpenGL, тому часто використовується у комбінації з іншими програмами. *Wings 3D* використовує мову програмування Erlang і доступна на Windows, Linux та MacOS X.

FreeCAD [50] – це безкоштовне ПЗ для 3D-моделювання реальних об'єктів будь-якого розміру. Параметричне моделювання в цьому ПЗ дозволяє легко модифікувати 3D-дизайн. *FreeCAD* має відкритий вихідний код і може додатково налаштовуватись: ПЗ створено на Python, тому її можна використовувати для створення та реалізації нових функцій. Також сервіс пропонує модульну архітектуру, що дозволяє підключати плагіни до основної програми.

Blender [48] – вільно поширюване ПЗ для створення тривимірної графіки, що включає засоби моделювання, скульптингу, анімації, симуляції, рендерингу, постобробки та монтажу відео зі звуком, компонування за допомогою «вузлів», а також створення 2D-анімацій.

До програм математичного моделювання можна віднести *MatLab*, *GNU Octave*, *Maple*, *Mathematica* та інші.

MATLAB (скорочення від «матрична лабораторія») [53] – це багатопарадигмальна мова програмування та обчислювальне середовище, розроблене MathWorks. *MATLAB* дозволяє оперувати матрицями, будувати графіки функцій і даних, реалізовувати алгоритми, створювати інтерфейси і взаємодіяти з програмами, написаними іншими мовами. Хоча *MATLAB* призначений насамперед для числових обчислень, додатковий набір інструментів використовує символічний двигун *MuPAD*, що дозволяє отримати доступ до символічних обчислювальних можливостей. Додатковий пакет *Simulink* додає графічне багатодоменне моделювання та проєктування на основі моделей для динамічних та вбудованих систем.

GNU Octave [51] – це ПЗ з мовою програмування високого рівня, призначене насамперед для чисельних розрахунків. Octave допомагає у чисельному вирішенні лінійних і нелінійних рівнянь, а також для виконання інших чисельних експериментів з використанням мови, яка в основному сумісна з MATLAB. Вона також може використовуватися як мова, орієнтована на пакетну обробку. Розраховане ПЗ на моделювання математичних об'єктів.

Maple [52] – це символічне та числове обчислювальне середовище, а також мова програмування з кількома парадигмами. Він охоплює кілька сфер технічних обчислень, таких як символічна математика, чисельний аналіз, обробка даних, візуалізація та інші. Набір інструментів MapleSim додає функціональність для багатодоменого фізичного моделювання та генерації коду.

Wolfram Mathematica (Mathematica) [60] являє собою систему з вбудованими бібліотеками для декількох областей технічних обчислень, які дозволяють символічні обчислення, оперування матрицями, реалізацію алгоритмів, створення інтерфейсів користувача і взаємодію з програми, мовами програмування. Мова Wolfram Language – це мова програмування, що використовується в системі Mathematica та допомагає здійснювати чимало процесів математичного моделювання.

Для моделювання фізичних, хімічних та інших процесів виділяють також достатню кількість спеціалізованих ПЗ серед яких: Algodo, Simcad Pro, VSim, Chemical WorkBench та інші.

Algodo [47] заснована на фізиці 2D як безкоштовне програмне забезпечення від компанії Algoryx Simulation AB (відомий просто як Algoryx) як наступник популярної програми з фізики Phun [54]. Ця програма використовувалася багатьма людьми, включаючи педагогів, студентів та дітей [54]. У Algodo опубліковано проекти, які можуть використовувати вчителі шкіл, щоб допомогти учням дізнатися про вічні двигуни, підйомну силу, принцип Архімеда, закони Ньютона, похилий рух снаряда, заломлення світла,

і навіть закони Кеплера. Ці комп'ютерні моделі дають учням унікальне середовище для вивчення фізики.

ПЗ для моделювання *Simcad Pro* – це продукт CreateASoftInc, який використовується для моделювання середовищ на основі різних процесів, зокрема фізичних та хімічних [55]. Призначений для моделювання процесів із зміною моделі «на льоту» під час моделювання. *Simcad Pro* дозволяє створювати комп'ютерну модель, яка може бути змінена користувачем і є реальним середовищем. Використовуючи модель, можна перевірити ефективність у будь-якому можливому сценарії, а також знайти точки покращення у потоці процесів. Динамічна комп'ютерна модель *Simcad Pro* також дає змогу вносити зміни під час роботи моделі, забезпечуючи повністю реалістичне моделювання. Він також може бути інтегрований із поточними та історичними даними.

VSim [56] – це кросплатформове (Windows, Linux і macOS) обчислювальне середовище для мультифізики, що включає електродинаміку в присутності металевих та діелектричних форм, а також із самоузгодженими зарядженими частинками та рідинами або без них. *VSim* поставляється з *VSimComposer*, повнофункціональним графічним інтерфейсом користувача для візуального налаштування будь-якого моделювання. З *VSimComposer* користувач може виконувати сценарії аналізу даних та візуалізувати результати в одному, двох чи трьох вимірах.

Chemical WorkBench [49] – це запатентований програмний інструмент для моделювання, призначений для кінетичного моделювання в масштабі реактора гомогенних газофазних та гетерогенних процесів та розробки кінетичних механізмів. Його можна ефективно використовувати для моделювання, оптимізації та проєктування широкого спектру промислових та екологічно важливих процесів із хімічним навантаженням.

Іншою категорією ПЗ для моделювання є програми для моделювання різних типів даних, зокрема серед таких виділяють відомий табличний процесор Excel або його аналог LibreOffice Calc, середовища візуального

програмування (Lazarus, App Inventor, Visual Studio та ін.) тощо. Саме такі програми подаються у підручниках з інформатики для старших класів для вивчення комп'ютерного моделювання.

Висновки до розділу 1

У першому розділі «Комп'ютерне моделювання» висвітлено сутність понять «модель» і «моделювання», а також проаналізовано спеціалізоване програмне забезпечення для комп'ютерного моделювання.

Показано, що сучасна наука оперує різноманітними методами, серед яких моделювання є одним із найпоширеніших, оскільки дозволяє відійти від ідеального представлення об'єкта та використовувати його аналог, у якому збережено найсуттєвіші характеристики, які дають змогу говорити про властивості об'єкта після певних змін чи впливів на нього. Моделювання як метод пізнання використовувався ще у давнину при розрахунках площ земельних ділянок, які зводилися до обчислення площ багатокутника. Елементи математичного моделювання використовувалися у часи Ньютона і Ейлера, коли вчені намагалися підпорядкувати закони природи математичним законам, підтриманим аналітичними розрахунками. З появою комп'ютерної техніки метод моделювання знову став одним із провідних, оскільки числові математичні моделі, розраховані на комп'ютері, давали можливість прогнозувати наслідки і можливі шляхи вирішення абстрактно сформульованих задач, а опрацювання комп'ютером варіантів розв'язків стало не лише швидким, а й наочним.

Комп'ютерне моделювання – це метод наукового пізнання дійсності за допомогою побудови комп'ютерних моделей і проведення з ними комп'ютерного експерименту. Метод комп'ютерного моделювання полягає в отриманні кількісних і якісних характеристик об'єкта за його моделлю: якісні висновки, одержувані за результатами аналізу, дозволяють виявити невідомі раніше властивості складної системи: її структуру, динаміку розвитку, стійкість, цілісність тощо; кількісні висновки в основному носять характер

прогнозу деяких майбутніх або пояснення минулих значень змінних, що характеризують систему.

Умовно програми для моделювання можна поділити на: програми для моделювання тривимірних об'єктів (3D Slash, Meshmixer 3.0, AutoDesk 123D, TinkerCAD, Wings 3D, FreeCAD, Blender та ін.), програми математичного моделювання (MatLab, GNU Octave, Maple, Mathematica та ін.), програми моделювання фізичних та хімічних процесів (Algodoo, Simcad Pro, VSim, Chemical WorkBench та ін.), програми для моделювання даних тощо (табличний процесор Excel або його аналог LibreOffice Calc, середовища візуального програмування (Lazarus, App Inventor, Visual Studio та ін.).

Розділ 2.

ОСОБЛИВОСТІ НАВЧАННЯ КОМП'ЮТЕРНОМУ МОДЕЛЮВАННЮ В ПРОФІЛЬНІЙ (СТАРШІЙ) ШКОЛІ

2.1. Аналіз навчальних програм з інформатики для старших класів

Наразі актуальною навчальною програмою з інформатики для старших класів закладів загальної середньої освіти (ЗЗСО) є програма рівня стандарт, затверджена у 2018 році [27]. Програма розрахована на два роки для вивчення інформатики у 10 і 11 класах.

Згідно з пояснювальною запискою навчальної програми вибірково-обов'язкового предмету інформатика для учнів старших класів ЗЗСО рівня стандарт метою вивчення інформатики є продовження формування в учнів цифрової культури та цифрової компетентності для реалізації творчих вмінь, навичок чи соціалізації у сучасному суспільстві через вміння вправно використовувати засоби сучасних Інтернет-технологій та інформаційно-комунікаційних технологій.

Розробниками навчальної програми вказані завдання вивчення інформатики у старших класах ЗЗСО (рис. 2.1).

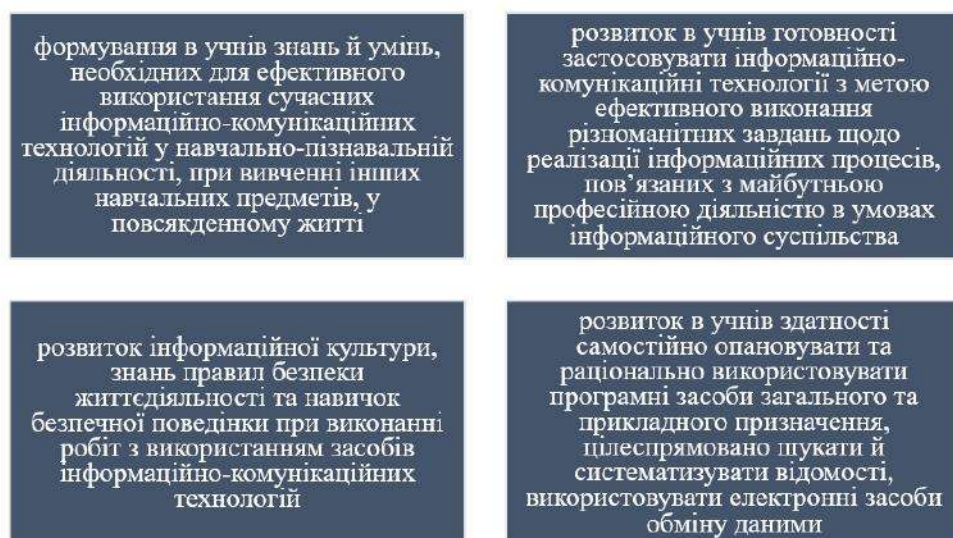


Рис. 2.1. Завдання курсу інформатики у 10-11 класах

Варто зазначити, що відповідно до Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти [6], зміст предмету «Інформатика» у старших класах базується на п'яти змістових лініях (рис. 2.2).



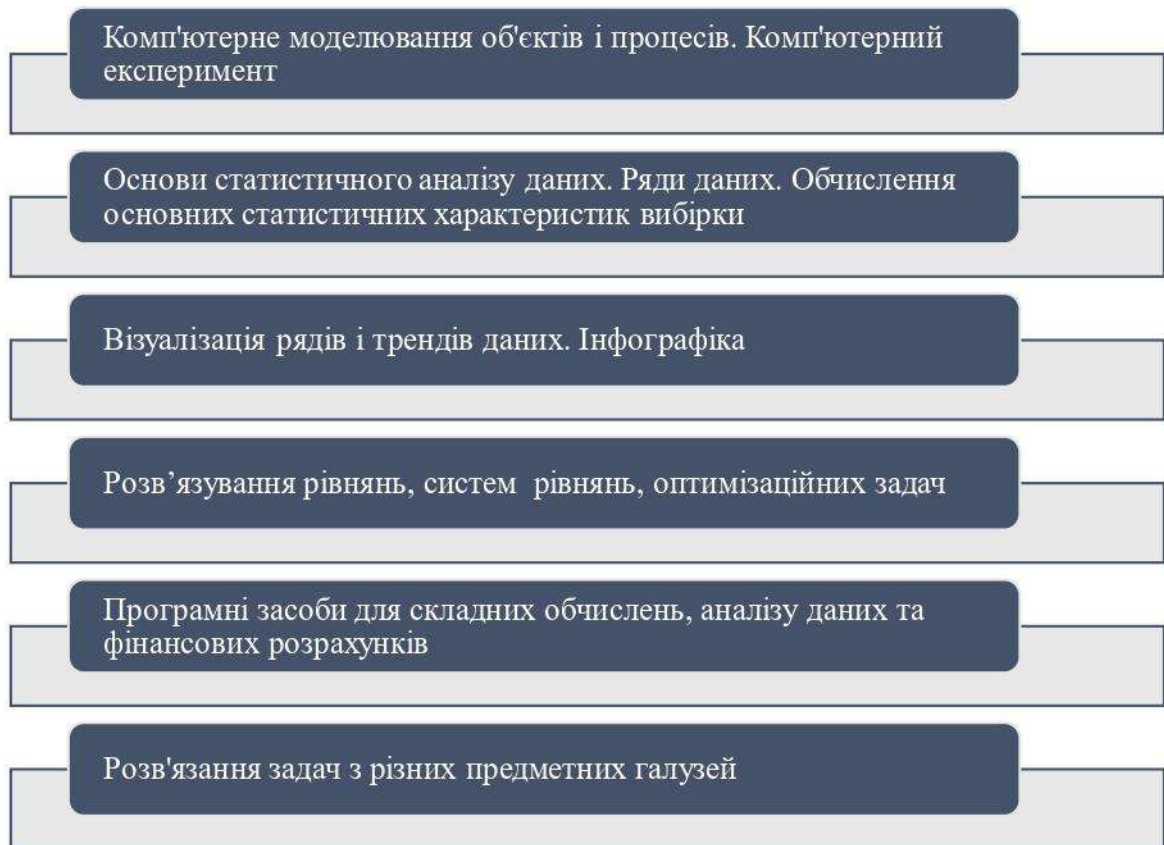
Рис. 2.2. Змістовні лінії курсу «Інформатика» старшої школи

Як бачимо, серед вказаних змістових ліній окремо виділена «Моделі і моделювання, аналіз та візуалізація даних». Це означає, що таку тему як моделювання, комп'ютерне моделювання вивчають і в старших класах.

Розглянемо зміст даної теми та очікувані результати навчання учнів відповідно.

Змістове наповнення теми «Моделі і моделювання. Аналіз та візуалізація даних» (рис. 2.3) направлене більшою мірою на комп'ютерне моделювання та комп'ютерний експеримент, опрацювання цих процесів, обчислення та аналіз отриманих даних і наочне подання результатів моделювання та здійсненого аналізу. Календарно-тематичне планування із розподілом навчальних тем дисципліни можна переглянути у додатку А.

Очікувані результати умовно поділено на три складові: знаннєва (що учень повинен знати і відтворювати після вивчення матеріалу), діяльнісна (що учень повинен вміти робити) та ціннісна (що повинен усвідомлювати). Зміст зазначених складових відображено на рис. 2.4-2.6.



**Рис. 2.3. Зміст розділу «Моделі і моделювання.
Аналіз та візуалізація даних»**

УЧЕНЬ:
• Пояснює поняття комп'ютерного моделювання та комп'ютерного експерименту. • Аргументовано добирає методи та засоби візуалізації даних. • Пояснює поняття вибірки та ряду даних. • Оцінює за рядом даних тип лінії тренду. • Знає формули та способи обчислення основних статистичних характеристик вибірки (середнє арифметичне, мода, медіана, стандартне відхилення). • Знає закономірності та способи здійснення простих фінансових розрахунків (сума виплат за кредитом, складні відсотки тощо) у середовищі табличного процесора

Рис. 2.4. Наповнення знаннєвої складової

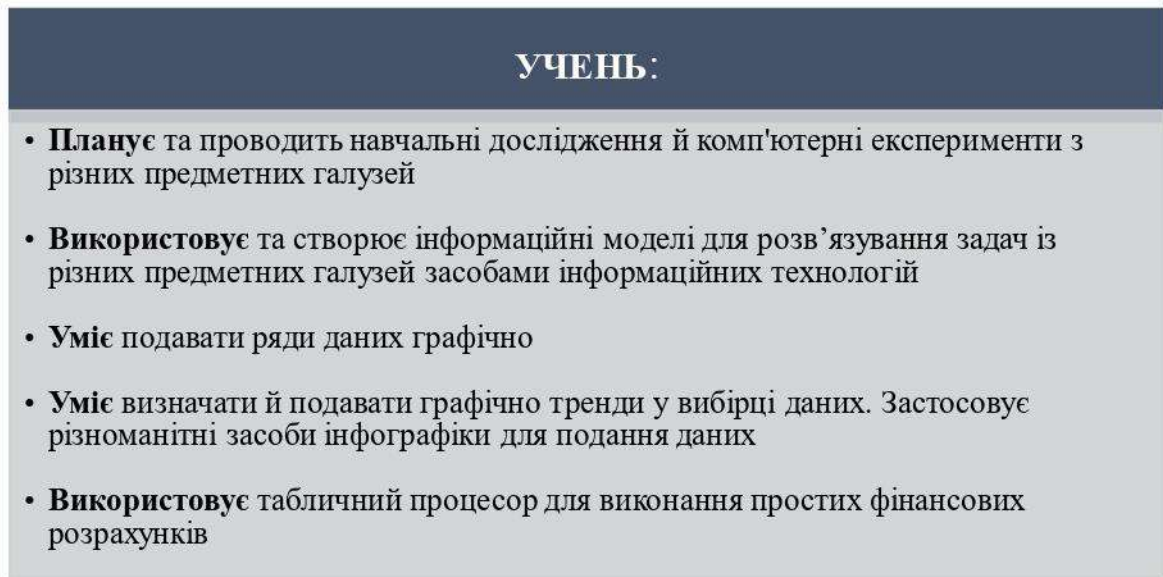


Рис. 2.5. Наповнення діяльнісної складової

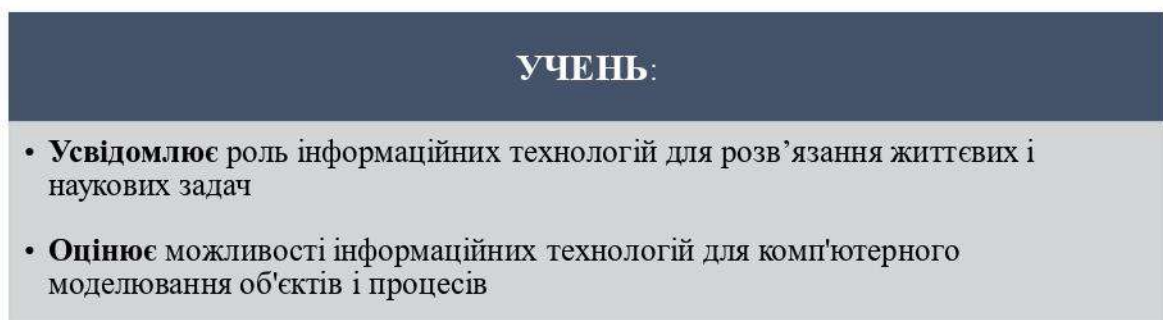


Рис. 2.6. Наповнення ціннісної складової

Вищевказаний аналіз навчальної програми був розроблений відповідно до базового модуля програми, де моделювання виділяється як обов'язковий компонент. Продовженням вивчення інформатики у старших класах ЗЗСО після завершення базового модуля є вивчення двох варіативних (вибіркових) модулів. Серед даних модулів виділяють наступні (рис. 2.7).

І хоч окремого модуля для вивчення моделювання у цьому переліку не відображено, але в окремих модулях є згадка про комп'ютерне моделювання. А саме у «Комп'ютерна анімація», «Тривимірне моделювання» та «Креативне програмування» (табл. 2.1).



Рис. 2.7. Варіативні модулі для вивчення на уроках інформатики у старших класах ЗЗСО

Таблиця 2.1.

Згадування моделювання у вибіркових модулях навчальної програми

<i>Модуль</i>	<i>Розділ</i>	<i>Тема</i>
Комп'ютерна анімація	Основи анімації	Тривимірне моделювання і анімація
	Анімація в редакторі растрової графіки	Моделювання явищ та процесів засобами анімації
Тривимірне моделювання	Тривимірна графіка	Моделювання
	Створення та редагування тривимірних об'єктів неправильної форми	Симетричне моделювання
Креативне програмування	Мультимедіа	Трансформації та моделювання руху

Таким чином, провівши аналіз навчальної програми з інформатики старшої школи ЗЗСО рівня стандарт в контексті теми, було з'ясовано, що вивчення моделювання в цілому та комп'ютерного моделювання, зокрема, включено в шкільну програму з інформатики. Сьогодні тема «Моделі і моделювання. Аналіз та візуалізація даних» для учнів старшої школи пропонується у вигляді базового модуля обсягом 35 годин (уроків).

2.2. Аналіз актуальних підручників з інформатики

Для досягнення мети дослідження проведемо аналіз чинних підручників на предмет викладу в них теми «Моделі і моделювання. Аналіз та візуалізація даних».

Розглянемо актуальний на сьогоднішній день підручник з інформатики для старших класів рівня стандарт авторів Н. В. Морзе, О. В. Барна [11]. У підручнику є розділ «Моделі й моделювання. Аналіз і візуалізація даних», зміст якого подано на рисунку (рис. 2.8).

Розділ 2. Моделі й моделювання. Аналіз і візуалізація даних	
9. Комп'ютерне моделювання об'єктів і процесів.	
Комп'ютерний експеримент	84
10. Основи статистичного аналізу даних. Ряди даних.	
Обчислення основних статистичних характеристик вибірки	93
11. Візуалізація рядів і трендів даних	103
12. Розв'язування рівнянь, систем рівнянь, оптимізаційних задач	119
13. Програмні засоби для аналізу даних і фінансових розрахунків	134

Рис. 2.8. Зміст розділу за підручником [11]

Як бачимо, із п'яти параграфів тільки перший присвячено безпосередньо моделюванню, а інші – аналізу даних та їх візуалізації.

Розглянемо детально що пропонується для учнів у цьому параграфі. Зміст даного параграфу подано на рис. 2.9.

- 9.1. Що таке модель та якими бувають моделі?
- 9.2. Що таке комп'ютерне моделювання?
- 9.3. У чому полягають особливості комп'ютерного експерименту?
- 9.4. Які обмеження комп'ютерного моделювання?

Рис. 2.9. Зміст теми «Комп'ютерне моделювання об'єктів і процесів. Комп'ютерний експеримент»

У пункті 9.1 підручника [11] учні знайомляться з поняттям моделі, цілями процесу моделювання, видами моделей – матеріальні та інформаційні (математичні, графічні, імітаційні).

Пункт 9.2 присвячений конкретно комп'ютерному моделюванню – розглянуто визначення поняття, результат, предмет, цілі та можливості комп'ютерного моделювання. Описано комп'ютерні моделі, серед яких виділено фізичні, обчислювальні, імітаційні, статистичні, графічні моделі та моделі знань. В цьому пункті учням пропонуються для виконання дві вправи, одна з яких «3D-анімації» передбачає перегляд анімацій, до яких треба зробити висновок, чи є вони комп'ютерними моделями. А друга вправа «Створення 3D-моделі» має на меті створення учнями 3D-моделі іменного значка закладу освіти в середовищі тривимірного моделювання Tinkercad. До цього завдання прописана повна інструкція по роботі із даним середовищем.

У пункті 9.3 розглядається проведення комп'ютерного експерименту й аналізу його результатів. Зокрема, дається визначення поняття «експеримент» і «комп'ютерний експеримент». Тут також пропонується одна вправа «Комп'ютерний експеримент», умова якої наведена на рисунку (рис. 2.10).

Вправа 3. Комп'ютерний експеримент.

Завдання. Оберіть зі списку україномовних інтерактивних комп'ютерних моделей, які подано на сервісі університету Колорадо за посиланням <https://phet.colorado.edu/en/simulations/translated/uk>, ту, що реалізує процеси, теорії чи поняття, які ви зараз вивчаєте у шкільному курсі. Проведіть комп'ютерний експеримент.

Рис. 2.10. Вправа «Комп'ютерний експеримент»

Останнім пунктом 9.4 теми є знайомство з обмеженнями комп'ютерного моделювання, зокрема, описуються вимоги до моделей та фактори, від яких залежить результат роботи моделі.

Для закріплення знань з теми автори підручника пропонують питання для обговорення (рис. 2.11) та 8 завдань для роботи в парах (рис. 2.12).



ОБГОВОРЮЄМО

1. З якою метою люди використовують моделі? Якими можуть бути ці моделі?
2. Які ознаки комп'ютерної моделі? Якими бувають комп'ютерні моделі? Наведіть приклади.
3. Які особливості комп'ютерного моделювання?
4. У чому суть комп'ютерного експерименту?
5. Які є обмеження у здійсненні комп'ютерного моделювання? Наведіть приклади.

Рис. 2.11. Питання для обговорення

1. Обговоріть, у чому переваги й обмеження комп'ютерного моделювання в різних сферах людської діяльності та галузях науки.

2. Перегляньте відео про застосування комп'ютерного експерименту в біологічних дослідженнях за посиланням: <https://www.youtube.com/watch?v=dchHehGDfkc>. Обговоріть можливі причини широкого застосування комп'ютерного моделювання та експерименту в біології.

3. Обговоріть, які програми, запропоновані у Віртуальній освітній лабораторії (<http://www.virtulab.net/>), можна використати у вивченні навчальних предметів з хімії, фізики, біології, екології, астрономії. Наведіть три аргументи того, що ці програми підтримують комп'ютерний експеримент.

4. Розгляньте матеріали відеоканалу GetAClass: <https://www.youtube.com/channel/UCSiMRgysUoHBUcbKnHJMISA>. Запропонуйте одне одному відео, у якому показано реальний комп'ютерний експеримент, застосований для дослідження фізичних явищ або процесів.

5. Обговоріть ідею проєкту, яку ви могли б реалізувати за допомогою 3D-моделювання. Сплануйте його та реалізуйте в середовищі Tinkercad.

6. Складіть анотований список п'яти моделей із сайту <https://phet.colorado.edu/en/simulations/translated/uk>, які можна порекомендувати для проведення деякого комп'ютерного експерименту.

7. Створіть 3D-модель інформаційної таблички для людей з вадами зору для її розміщення у громадських місцях. Створіть для такої таблички потрібні знаки (наприклад, стрілка праворуч) чи запишіть слово за допомогою азбуки Брайля.

8. Відкрийте сервіс Демонстраційні проєкти від Wolfram за посиланням <http://demonstrations.wolfram.com/>. Розгляньте список проєктів, оберіть проєкт, який вас зацікавив (мал. 9.8). Для перегляду проєкту завантажте плеєр (мал. 9.9). Проведіть комп'ютерний експеримент. Складіть інструкцію з використання обраного вами проєкту.



Мал. 9.8



Мал. 9.9

Рис. 2.12. Вправи для закріплення знань з теми

У підручнику «Інформатика. 10-11 клас» авторів Й.Я. Ривкінд, Т.І. Лисенко, Л.А. Чернікова, В.В. Шакотько [10] на вивчення моделювання виділяється окрема тема «Комп'ютерне моделювання об'єктів і процесів. Комп'ютерний експеримент», де учні відразу знайомляться із поняттям комп'ютерного моделювання та різновидами комп'ютерних моделей (розрахункові (математичні), імітаційні, графічні), комп'ютерним експериментом. Цікавим є подання алгоритму створення і використання комп'ютерних моделей (рис. 2.13).

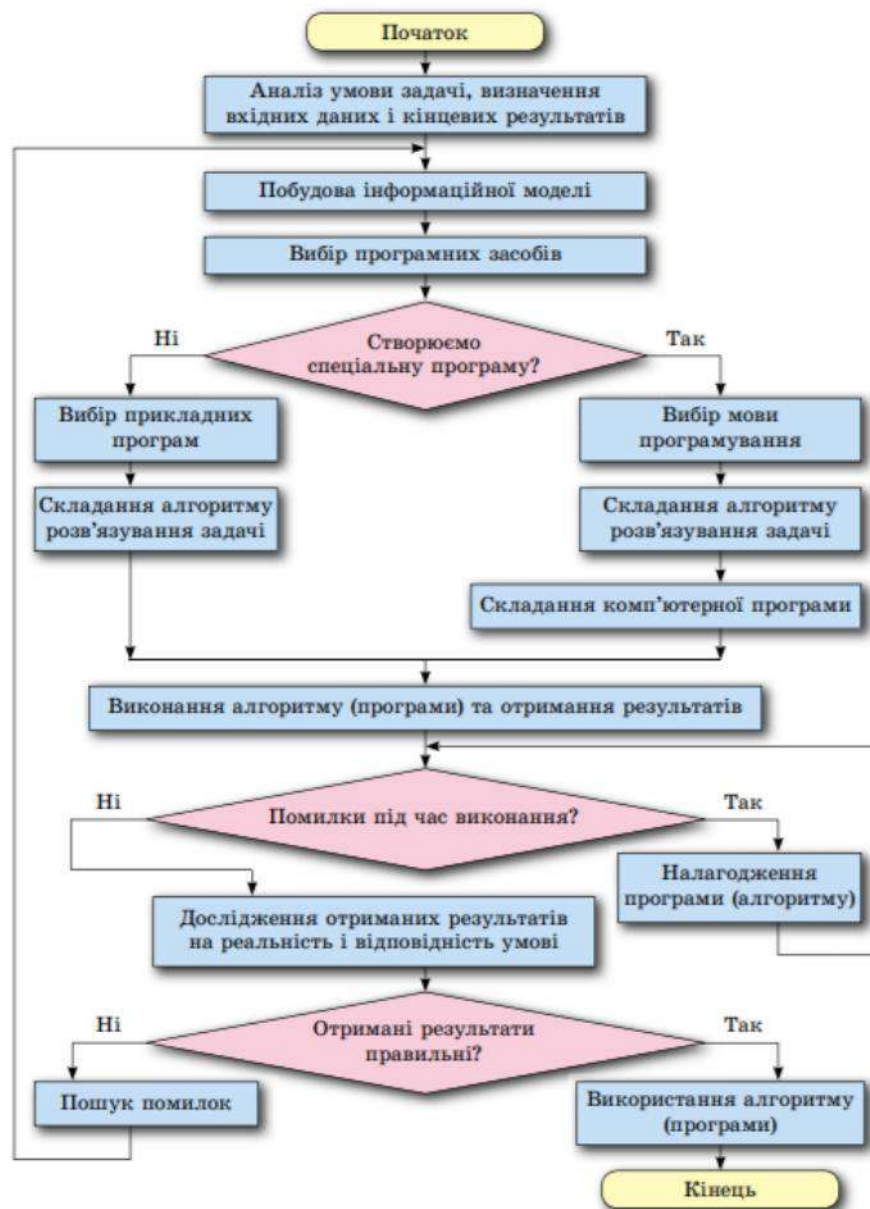


Рис. 2.13. Алгоритм створення і використання комп'ютерних моделей

Автори підручника [10] пропонують створювати комп'ютерні моделі до запропонованих ними завдань за допомогою офісного додатку Excel або його аналогу LibreOffice Calc та мовою програмування Object Pascal і середовища Lazarus. Нижче наводимо приклади таких завдань із відповідними створеними моделями (рис. 2.14).

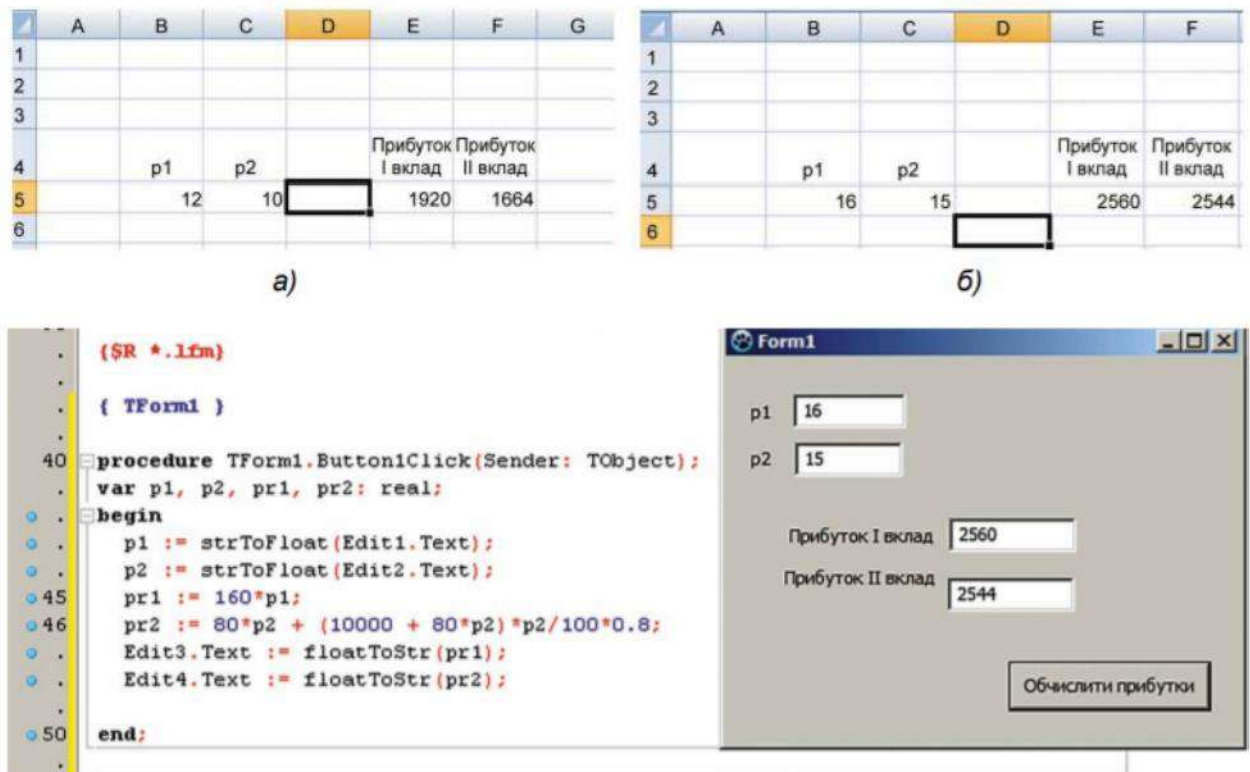


Рис. 2.14. Приклади створення комп'ютерної моделі в Excel та в Lazarus

У підручнику для старших класів профільного вивчення інформатики авторів В.Д. Руденко, Н.В. Речич, В.О. Потієнко [9] вивченню комп'ютерного моделювання приділяється ще менше уваги.

Так, у даному підручнику є розділ «Аналіз і візуалізація даних», у якому є одна тема, пов'язана з моделюванням, – «Комп'ютерне моделювання об'єктів і процесів. Електронні таблиці». В описі цієї теми учні знайомляться із поняттями «модель» і «моделювання», розглядають схему процесу моделювання, основні завдання процесу моделювання, комп'ютерне моделювання та його основні переваги, особливості офісного застосунку MS

Excel як програмного засобу для використання обчислювальних і графічних можливостей комп'ютера в моделюванні.

Проте після вивчення теми школярам не пропонується ніякого практичного завдання, а тільки є запитання для перевірки знань (рис. 2.15).

Запитання для перевірки знань

1 Із якою метою створюють моделі? Назвіть їх призначення і наведіть приклади. 2 Яку модель називають інформаційною? 3 Скільки моделей може мати досліджуваний об'єкт чи явище? Відповідь поясніть на прикладах.	4 Назвіть етапи побудови інформаційної моделі. 5 Як використати MS Excel для реалізації моделі рівноприскореного руху об'єкта? 6 Які моделі, на вашу думку, доцільно реалізувати на комп'ютері? Наведіть приклади.
--	---

Рис. 2.15. Перевірка знань з теми за підручником [9]

У такий спосіб автори підручників поступово підійшли до вивчення програми MS Excel для формування навичок автоматичних розрахунків з використанням вбудованих функцій, що є метою вивчення наступної теми.

Отже, аналіз чинних підручників з інформатики для учнів старших класів показав, що теми «Моделювання» та «Комп'ютерне моделювання» подаються досить стисло і базуються на використанні таких комп'ютерних програм, як Excel, LibreOffice Calc, Lazarus, Tinkercad.

2.3. Методичні особливості навчання комп'ютерному моделюванню на уроках інформатики

Сучасна освіта, характеризується підвищеною увагою до поняття моделі та методології моделювання. Вона використовує їх у багатьох галузях знання, але вивчення інформатики допомагає учням зібрати свої знання про моделі в загальну систему і усвідомлено застосовувати їх у своїй навчальній та практичній діяльності. Оскільки в даний час завдання навчання полягають в оновленні змісту та одержанні нової якості одержуваного результату, роль навчання інформаційному моделюванню стає особливо значущою і має

пріоритетну здатність забезпечувати результативність освіти у всій сукупності її елементів [5], [14].

Вивчаючи моделювання у старшій школі, учні дізнаються основи моделювання, отримують уявлення про модель та її види. Це обґрунтовується тим, що при проведенні досліджень учні повинні вміти правильно вибрати й ефективно використовувати відповідне програмне середовище та відповідні інструменти для кожної побудованої ними моделі.

Комп'ютерне моделювання є однією з тем, в ході вивчення якої у учня формуються навички та вміння, необхідні для самостійного набуття знань. Робота учня з інформаційними моделями дозволяє навчитися перетворювати інформацію про об'єкти навколишнього світу, отриману за допомогою органів чуття, у графічну чи символічну, тобто будувати графічні чи знакові моделі [39]. Ці навички корисні у різних предметних галузях. Крім цього, акцентування уваги на перетворенні інформації, що виконується, дає учневі можливість зрозуміти, що саме він робить, для чого він це робить і що йому потрібно отримати в результаті цієї діяльності.

Відзначаючи загальні дії з інформацією різного виду і з різних предметних областей, учень починає краще орієнтуватися в тих шкільних дисциплінах, де потрібні обробка, аналіз, запам'ятовування великих обсягів інформації, представленої, як правило, у текстовому вигляді з тими чи іншими доповненнями (аудіо, відеофрагментами, малюнками або схемами).

Уміння виконувати перехід від однієї форми подання інформації до іншої (перекодувати з однієї знакової системи до іншої) – ще одне вміння, необхідне учневі для самостійного набуття знань з багатьох шкільних дисциплін [22]. На уроках інформатики практичні завдання формування цього вміння дозволяють додатково освоїти програмні інструменти, які виконують це перетворення автоматично [20].

У галузі інформаційного моделювання слід виділити три типи завдань та розташувати їх у порядку зростання складності сприйняття [4]:

- 1) з представленої моделі об'єкта отримати необхідну інформацію та сформулювати висновки;
- 2) на основі даних про реально існуючий об'єкт розробити його інформаційну модель;
- 3) здійснити процес моделювання на комп'ютері.

У наступному пункті пропонуємо приклади такого типу завдань із розв'язаннями до них.

2.4. Розв'язання типових задач з теми «Моделювання»

Перший тип завдань: з представленої моделі об'єкта отримати необхідну інформацію та сформулювати висновки

При вивченні інформатики школярам доводиться стикатися з різними видами інформаційних моделей, найпростішими прикладами яких є різні загадки, де описуються властивості, за якими потрібно вгадати назву об'єкта («Влітку сірий, взимку білий»; «Взимку та влітку одним кольором»). До інформаційних моделей можна зарахувати тексти довідкових видань, енциклопедій.

Форми представлення інформаційних моделей можуть бути різними. Найбільш відомі наступні форми (рис.2.16).

У вигляді сигналів	Усна, словесна
Символьна (числа, текст, символи)	Табличний
Схеми, карти	Графіки

Рис. 2.16. Форми інформаційних моделей

Один і той же об'єкт, залежно від поставленої мети, можна уявити декількома інформаційними моделями, які відрізняються набором параметрів та способом їх подання.

Прикладами задач на побудову інформаційних моделей є задачі, які пов'язані з аналізом графіків та діаграм в електронних таблицях, а також задачі на побудову найкоротшого шляху у таблиці суміжності.

За проведеним аналізом підручників з інформатики виявлено, що в них подається незначна кількість задач на моделювання.

Розглянемо типові задачі, які можна пропонувати розв'язувати учням на уроках інформатики у старших класах під час вивчення теми «Моделювання». Завдання на тривимірне моделювання виокремлені у вибіркового модулі «Тривимірне моделювання», тому такі ми не виділяємо.

1) На малюнку (рис. 2.17) зображено схему доріг, що зв'язують міста А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, З, И, К. По кожній дорозі можна рухатися тільки в одному напрямку, вказаному стрілкою.

Скільки існує різних шляхів із міста А до міста Ж?

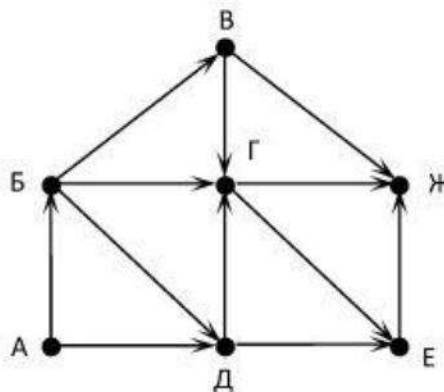


Рис. 2.17.

Розв'язання:

Кожній вершині, починаючи з початкової (А), необхідно поставити у відповідність індекс, який дорівнює кількості шляхів, якими можна потрапити до цієї вершини. Для вершини А (початок шляху) індекс завжди дорівнює 1 (на початок шляху можна потрапити єдиним чином – нікуди не рухаючись). Тепер сформулюємо правило: індекс вершини дорівнює сумі індексів його предків. Тому індекс Б дорівнює 1 (предок у Б один – вершина А).

У вершини Д предками є і Б, отже індекс вершини Д дорівнює $1+1=2$.

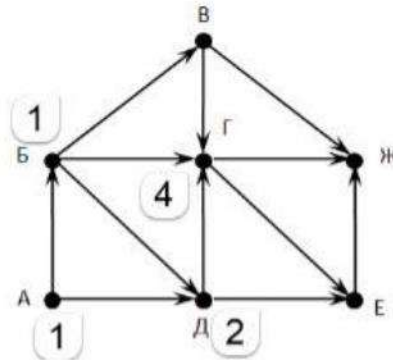


Рис. 2.18.

Очевидно, що можна порахувати індекс лише тих вершин, для яких індекси предків уже пораховано. Наприклад, не можна порахувати індекс Г, доки не порахований індекс Д. Рухаючись послідовно, необхідно знайти індекси всіх вершин.

Індекс вершини Ж і буде відповіддю задачі.

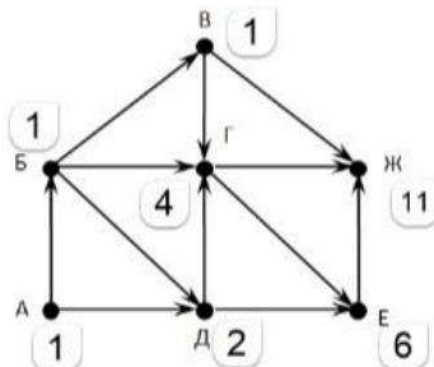


Рис. 2.19.

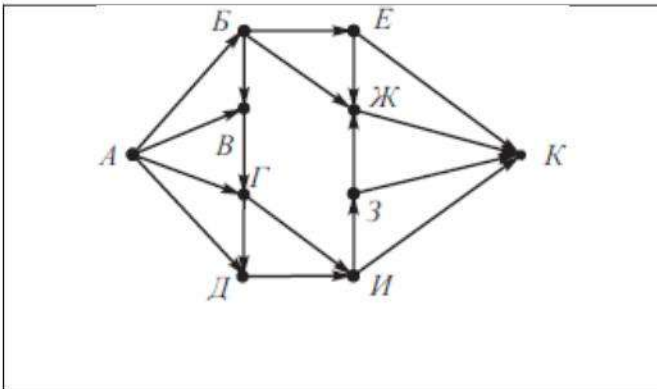
Відповідь: 11.

Пропонуємо подібні до цієї задачі (табл. 2.2).

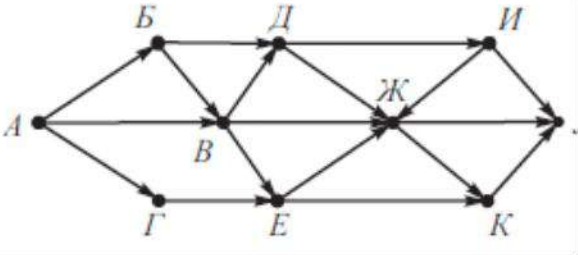
Таблиця 2.2

Задачі на підрахунок шляхів у орієнтованому графі

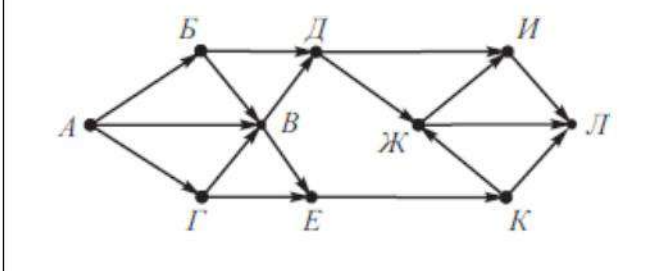
А. На малюнку зображено схему доріг, що зв'язують міста А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, З, І, К. По кожній дорозі можна рухатися тільки в одному напрямку, вказаному стрілкою. Скільки існує різних шляхів із міста А до міста К?	Б. На малюнку зображено схему доріг, що зв'язують міста А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, И, К, Л. По кожній дорозі можна рухатися тільки в одному напрямку, вказаному стрілкою. Скільки існує різних
--	--



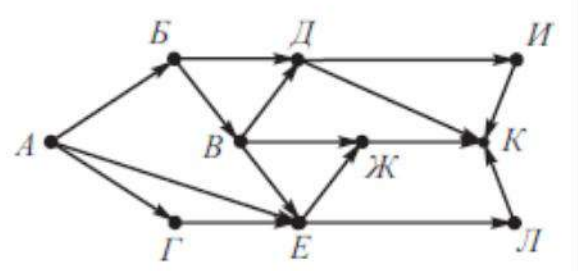
шляхів із міста А до міста Л, які не проходять через пункт И?



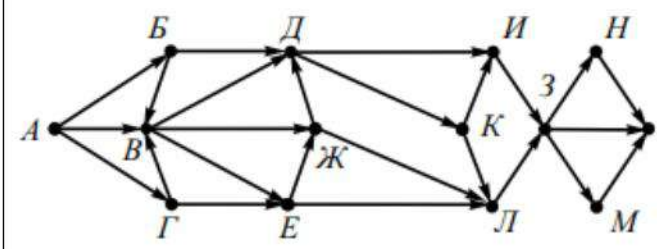
В. На малюнку зображено схему доріг, що зв'язують міста А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, И, К, Л. По кожній дорозі можна рухатися тільки в одному напрямку, вказаному стрілкою. Скільки існує різних шляхів із міста А до міста Л, які проходять через пункт Ж?



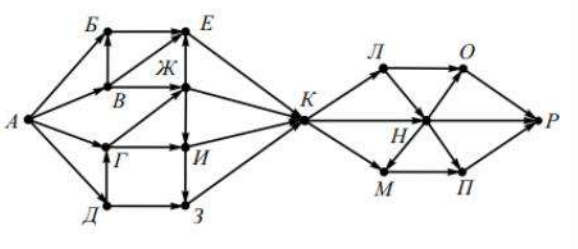
Г. На малюнку зображено схему доріг, що зв'язують міста А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, И, К, Л. По кожній дорозі можна рухатися тільки в одному напрямку, вказаному стрілкою. Скільки існує різних шляхів із міста А до міста К?



Д. На малюнку зображено схему доріг, що зв'язують міста А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, З, И, К, Л, М, Н, О. По кожній дорозі можна рухатися тільки в одному напрямку, вказаному стрілкою. Скільки існує різних шляхів з міста А до міста О, які проходять через місто Д?



Е. На малюнку зображено схему доріг, що зв'язують міста А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, З, И, К, Л, М, Н, О, П, Р. По кожній дорозі можна рухатися тільки в одному напрямку, вказаному стрілкою. Скільки існує різних шляхів із міста А до міста Р, які проходять через міста Ж і Н?



2) на малюнку (рис. 2.20) схема доріг N-ного району зображена у вигляді графа. У таблиці містяться відомості про довжини цих доріг (кілометри).

	П1	П2	П3	П4	П5	П6	П7
П1		45		10			
П2	45			40		55	
П3					15	60	
П4	10	40				20	35
П5			15			55	
П6		55	60	20	55		45
П7				35		45	

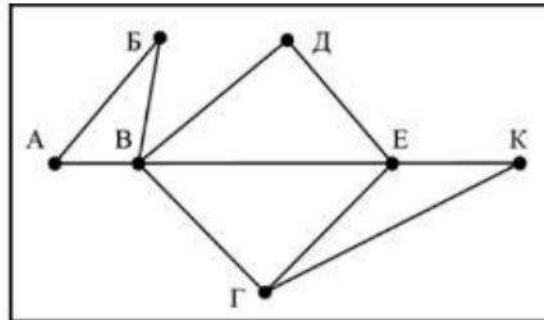


Рис. 2.20.

Оскільки таблицю і схему малювали незалежно, то нумерація населених пунктів у таблиці не пов'язана з літерними позначеннями на графі. Визначте, яка довжина дороги з пункту В в пункт Е. У відповіді необхідно вказати ціле число – так, як воно вказано в таблиці.

Розв'язання:

На графі з вершини В виходить 5 ребер, значить у таблиці відповідний пункт повинен мати дороги в 5 інших (рядок повинен містити 5 заповнених клітин). Такий пункт у таблиці один: П6.

На графі з вершини Е виходить 4 ребра, отже у таблиці відповідний пункт повинен мати дороги в 4 інших (рядок повинен містити 4 заповнені клітини). Такий пункт у таблиці один: П4.

Таким чином, нам потрібно знайти відстань між П6 та П4. Згідно з таблицею воно дорівнює 20.

Відповідь: 20

Пропонуємо подібні до цієї задачі.

А. Визначте, в який пункт веде найкоротша дорога з пункту А. У відповіді запишіть літеру відповідного пункту.

	п1	п2	п3	п4	п5	п6	п7
п1	-	21	20	-	18	30	18
п2	21	-	-	22	24	-	-
п3	20	-	-	-	16	-	25
п4	-	22	-	-	34	28	-
п5	18	24	16	34	-	-	-
п6	30	-	-	28	-	-	-
п7	18	-	25	-	-	-	-

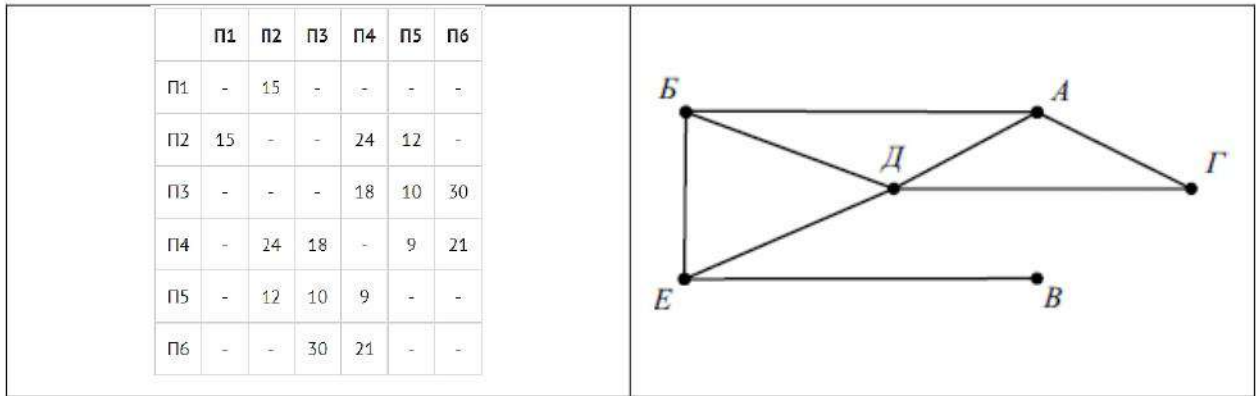
Б. Визначте довжину найкоротшого шляху між пунктами Б і Г. Пересуватися можна лише вказаними дорогами. У відповіді напишіть ціле число.

	п1	п2	п3	п4	п5	п6	п7
п1	-	20	-	20	-	25	-
п2	20	-	15	-	20	-	-
п3	-	15	-	-	20	25	-
п4	20	-	-	-	-	30	15
п5	-	20	20	-	-	45	-
п6	25	-	25	30	45	-	20
п7	-	-	-	15	-	20	-

В. Визначте, яка довжина дороги з пункту Г до пункту Д. У відповіді запишіть ціле число так, як воно зазначено в таблиці.

	п1	п2	п3	п4	п5	п6
п1	-	-	-	9	12	-
п2	-	-	-	27	-	19
п3	-	-	-	-	31	-
п4	9	27	-	-	16	35
п5	12	-	31	16	-	23
п6	-	19	-	35	23	-

Г. Визначте, який пункт веде найкоротша дорога з пункту А. У відповіді запишіть літеру відповідного пункту.



Д. Між населеними пунктами А, В, С, D, Е та F побудовані дороги, довжини яких наведені в таблиці (прочерк у таблиці означає, що прямої дороги між відповідними пунктами немає.)

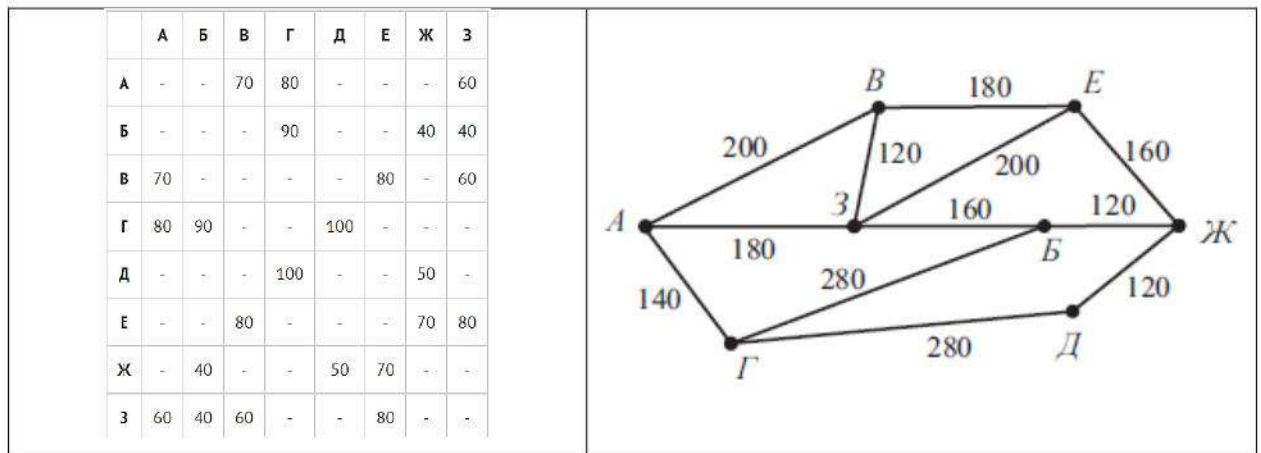
Визначте довжину найкоротшого шляху між пунктами А та F, що проходить через пункт D (за умови, що пересуватися можна лише по збудованих дорогах).

	A	B	C	D	E	F
A	-	7	-	-	-	-
B	7	-	3	8	2	-
C	-	3	-	-	9	5
D	-	8	-	-	5	3
E	-	2	9	5	-	10
F	-	-	5	3	10	-

Рис. 2.21.

Е. На малюнку зображено схему доріг N-го району у вигляді графа. Поряд із лініями відмічені відстані між населеними пунктами (в км). У таблиці містяться відомості про середню швидкість руху автомобілів цими дорогами (в км/год).

Визначте між якими сусідніми пунктами можна подолати відстань за найменший час.



Навички аналізу інформаційних моделей, уміння конструювати оптимальні маршрути у графах сприяють розвитку логічного мислення дітей. Завдання комп'ютерного моделювання вчать школярів не лише виконувати обчислення, використовувати математичні формули та логіку, а й дають можливість самостійно досліджувати закони та явища з різних наукових галузей, порівнювати та аналізувати об'єктів.

Другий тип завдань: на основі даних про реально існуючий об'єкт розробити його інформаційну модель

Наведемо приклади задач на моделювання у табличному процесорі MS Excel.

Завдання 1. Шпалери та кімната. У магазині продаються шпалери. Найменування, довжина та ширина рулону відомі. Для зручності обслуговування потрібна модель, яка дозволить визначити необхідну кількість рулонів для поклейки кімнати за її розмірами.

Таблиця 2.3.

1 етап. Розробка комп'ютерної моделі

	А	В	С	Д	Е
1	Шпалери та кімната				
2					
3	Вихідні дані				
4	Кімната				
5	Висота	2,6			
6	Довжина	5			
7	Ширина	3			

8	Неоклеювана поверхня	15%			
9	Площа стін	Формула 1			
10					
11	Шпалери			Проміжні розрахунки	
12	Обрізки	10%			Результати
13	Найменування	Довжина	Ширина	Площа рулона	Кількість рулонів
14	Зразок 1	10,5	0,5	Формула 2	Формула 3
15	Зразок 2	10,5	0,6	Заповнити вниз за допомогою маркера автозаповнення	Заповнити вниз за допомогою маркера автозаповнення
16	Зразок 3	10,5	0,7		
17	Зразок 4	13	0,5		
18	Зразок 5	13	0,6		
19	Зразок 6	13	0,7		

Таблиця 2.4.

Розрахункові формули

	Комірка	Формула
Формула 1	A10	=2*(\$B\$6+\$B\$7)*\$B\$5*(1-\$B\$8)
Формула 2	D14	=(1-\$B\$12)*B14*C14
Формула 3	E14	=ЦЕЛОЕ(\$B\$9/ D14+1)

2 етап. Комп'ютерний експеримент

Експеримент 1. Провести розрахунок кількості рулонів шпалер для приміщень класної або ж своєї кімнати.

Експеримент 2. Змінити дані деяких зразків шпалер та простежити за перерахунком результатів.

Експеримент 3. Додати рядки із зразками та доповнити модель розрахунком за новими зразками.

Завдання 2. Комп'ютерний магазин. Магазин комп'ютерних аксесуарів продає товари, вказані у прайс-листі. Вартість вказана у доларах. Якщо вартість товару перевищує певну суму, покупцю надається знижка. Скласти модель, що дозволяє швидко розрахувати вартість покупки. У розрахунку врахувати поточний курс долара.

Таблиця 2.5.

1 етап. Розробка комп'ютерної моделі

	A	B	C	D	E
1	Комп'ютерний магазин				
2	Дата купівлі	Формула 1			
3					
4	Курс долара	27,38			
5	Знижки	5%			
6	Сума для обліку знижки	1000			
7	Прайс лист				
8	Найменування товару	Ціна, \$	Кількість	Ціна, грн.	Вартість
9	Навушники	0,12	10	Формула 2	Формула 3
10	Флешка	0,14	10	Заповнити вниз за допомогою маркера автозаповнення	Заповнити вниз за допомогою маркера автозаповнення
11	Веб-камера	0,16	0		
12	Динаміки	1,7	1		
13	Картридер	2,7	0		
14	Миша Mitsumi	5	0		
15	Миша Genius	3,5	1		
16	Клавіатура	14	0		
17	Відеокарта	3	1		
18	РАЗОМ	Вартість покупки без знижки			Формула 4
19		Вартість покупки без знижки			Формула 5

Таблиця 2.6.

Розрахункові формули

	Комірка	Формула
Формула 1	B2	Команда Вставка – Дата и время
Формула 2	D9	=B9*\$B\$4
Формула 3	E9	=C9* D9
Формула 4	E18	=СУММ(E9:E17)
Формула 5	E19	=ЕСЛИ(E18>\$B\$6;E18*(1-\$B\$5);E18)

2 етап. Комп'ютерний експеримент

Експеримент 1. Ввести курс долара на поточний день, розмір знижки та провести розрахунок за власним списком товарів.

Експеримент 2. Додати рядки з іншими видами товарів та доповнити модель розрахунком за цими даними.

Завдання 3. За 2 години до обідньої перерви 40 бабусь стали в чергу за пенсією. Касир обслуговує клієнта в середньому одну хвилину. Перша бабуся «мучила» касира питаннями 9 хв. 15 с. Кожна наступна бабуся, частково «мотаючи на вус» відповіді, адресовані попереднім бабусям, «мучить» касира на 10 с менше. Побудувати модель ситуації та дослідити її.

Третій тип завдань: здійснити процес моделювання на комп'ютері

Учні проводять міні-дослідження, націлене на те, щоб з'ясувати, як витрачається їхній вільний від навчання у школі час. За отриманими результатами можна буде зробити висновки щодо ефективності витрачання часу та скоригувати свій режим дня для досягнення необхідних освітніх результатів. Або, навпаки, може з'ясуватися, що слід більше часу присвячувати відпочинку, прогулянкам, спілкуванню з друзями, турботі про здоров'я. Примітно, що до тих чи інших висновків учень має дійти сам.

Перший етап – етап колективного обговорення. На цьому етапі вчитель пропонує учням вирішувати це завдання, використовуючи власний досвід, спостерігаючи та фіксуючи кількість часу, що приділяється тому чи іншому виду діяльності (моделюється процес проведення часу та види діяльності, які будуть враховані в моделі, є властивостями цього процесу, проте на цьому етапі доки обговорюються всі властивості, а суттєві з погляду мети моделювання поки що не виділяються). У ході обговорення цього завдання необхідно підвести учнів до формулювання мети цієї роботи: з'ясувати, які види діяльності переважають у вільний від навчання у школі час, та відкоригувати режим дня за потреби. Необхідно зафіксувати постановку задачі та мету роботи письмово, у зошитах.

У ході подальшої дискусії учні шукають відповіді на такі питання:

- Яка інформація потрібна для вирішення цього завдання?
- Як слід подавати цю інформацію, щоб було зручно з нею працювати?

І ще одне запитання, відповідь на яке можливе з боку учнів, але не обов'язкове: які засоби автоматизації обробки інформації (які комп'ютерні програми) можуть бути використані для вирішення цього завдання?

Другий етап – етап самостійної роботи, присвячений вибору суттєвих властивостей процесу, що моделюється, і форми представлення моделі. Учням необхідно для початку сформулювати назви категорій, за якими розподілятиметься час. Це можуть бути заняття в різних закладах неформальної освіти, спорт, виконання домашніх завдань, ігри, час, проведений з друзями, тощо. (Пошук відповіді на перше запитання дозволяє виділити суттєві властивості процесу, який моделюється).

Набір категорій може бути в кожного учня. Результати спостережень за тим, скільки часу щодня приділяється тій чи іншій категорії, будуть занесені до таблиці (відповідь на друге питання – вибір форми представлення моделі). Далі учням пропонується спроектувати структуру цієї таблиці, зобразити її у зошиті. На цьому етапі необхідно спільно з учителем звернути увагу на одиниці виміру часу: час у таблицю має бути внесено в годинах або хвилинах, однаково в кожній комірці. Після закінчення цієї роботи учні отримують домашнє завдання: щодня протягом тижня записувати до таблиці дані щодо кожної категорії (використовується метод спостереження). Перший та другий етапи роботи об'єднуються на першому уроці.

Третій етап (другий урок, присвячений цій роботі) – використання електронної таблиці щодо обчислень, за результатами яких буде зроблено аналіз. Ця робота виконується на уроці, під керівництвом вчителя. Учні оформлюють електронну таблицю, в яку заносять дані своїх спостережень, обчислюють середнє значення по кожному стовпцю, мінімальне та максимальне значення з отриманих середніх значень, а також дві суми середніх значень, отримані за категоріями, які можна віднести до груп «відпочинок» та «додаткова освіта». В окремій комірці знаходиться різниця цих сум. Завдання з описом послідовності обчислень учні одержують у друкованому вигляді.

Четвертий етап (третій урок на цю тему) включає побудову стовпчастої діаграми за наявною електронною таблицею та аналіз отриманих результатів. Побудова діаграми за середніми значеннями, обчисленими минулого уроку, виконується під керівництвом вчителя. Для аналізу отриманих результатів учні у текстовому файлі дають відповіді на такі запитання:

- Який вид діяльності в середньому забирає у мене більше (менше) всього часу протягом дня?
- Чи сприяє це (спираємося на відповіді на попередні питання) досягненню освітніх результатів, яких я хочу досягти?
- Чи допомагає такий розподіл вільного часу достатньо відпочити, подбати про здоров'я, спілкуватися з друзями?
- Які види діяльності ще забирають найбільшу (найменшу) кількість часу (потрібно назвати хоча б два види)?
- Які, на вашу думку, слід внести зміни до розподілу вільного від навчання у школі часу для того, щоб суми середніх значень за категоріями, що належать до груп «відпочинок» та «додаткова освіта», відрізнялися не більше? ніж на одну годину?

При підбитті підсумків уроку необхідно акцентувати увагу на тому, що в результаті проведеного міні-дослідження:

- була побудована інформаційна модель, що описує розподіл часу, вільного від занять у школі;
- у ході роботи було отримано нову інформацію з використанням обчислень в електронній таблиці (електронна таблиця використовувалася як інструмент, що дозволяє виконати автоматичну обробку числових даних);
- для наочності представлення отриманих результатів було побудовано комп'ютерну модель у вигляді стовпчастої діаграми;
- кожен учень зробив висновки про те, яким видам діяльності слід приділяти більше (або менше) уваги задля досягнення своїх освітніх результатів.

Побудова комп'ютерних моделей на уроках інформатики в старшій школі націлена на формування цілого ряду умінь, використання яких у практичній діяльності призводить до досягнення міжпредметних результатів основної загальної освіти. До цих умінь, перш за все, належать цілепокладання та планування, збирання, подання, перетворення інформації, аналіз, оцінка та корекція отриманих результатів. Робота з комп'ютерними моделями ведеться відповідно до алгоритму, що дозволяє успішно впоратися із завданням з будь-якої предметної області і відкоригувати шлях досягнення поставленої мети, оцінивши отриманий результат. Одним з найбільш практично корисних умінь, набутих під час роботи з такими моделями, є вміння використовувати інструменти автоматичної обробки інформації (прикладні комп'ютерні програми), а також здатність вибрати відповідну програму для вирішення того чи іншого завдання. Електронні таблиці надають цілу низку функцій по роботі з текстовими та числовими даними, і використання цих функцій при роботі з комп'ютерною моделлю також є умінням, що сприяє досягненню метапредметних результатів. Така навчальна діяльність створює міцну основу для успішної професійної діяльності у будь-якій сфері, оскільки інформаційні технології вже широко застосовуються практично у будь-якому професійному напрямі, що надалі лише зростатиме.

Завдання 5. Фірма виробляє дві моделі А та В збірних книжкових полиць. Їх виробництво обмежене наявністю сировини (високоякісних дошок) та часом машинної обробки. Для кожного виробу моделі А потрібно 3 м^2 дошок, а для виробу моделі В – 4 м^2 . Фірма може отримувати від своїх постачальників до 1700 м^2 дошок на тиждень. Для кожного виробу моделі А потрібно 12 хв машинного часу, а виробу моделі В – 30 хв. На тиждень можна використовувати 160 годин машинного часу. Скільки виробів кожної моделі слід випускати фірмі на тиждень, якщо кожен виріб моделі А приносить 2 дол. прибутку, а кожен виріб моделі В – 4 дол. прибутку?

Приклади інших завдань.

1. Цех молокозаводу випускає ескімо та інший вид морозива (назвемо його просто морозиво). Ескімо вдвічі дорожче за морозиво. За одну хвилину випускається 90 порцій морозива або 30 порцій ескімо, можливий одночасний випуск двох видів продукції. Через обмеження терміну реалізації продукції та недостатній обсяг холодильних камер протягом години на зберігання може бути прийнято не більше ніж 3600 шт. виробів. Побудувати модель, яка визначає найбільшу вартість продукції (прибуток) і оптимальний план випуску морозива та ескімо за одну хвилину.

2. У процесі тренувань тенісистів використовуються автомати кидання м'яча у певне місце майданчика. Дослідити рух м'яча, кинутого з початковою швидкістю v_0 під кутом α до горизонту, коли опір повітря можна знехтувати і попадання м'яча у майданчик.

Іншим прикладом вивчення моделювання у старшій школі є опанування спеціалізованого ПЗ із 3D-моделювання. Освоєння редактора тривимірної графіки дозволяє у процесі моделювання розвивати системне та просторове мислення. Демонстрація роботи різних інструментів керування та перетворення об'єктів дозволить учням зрозуміти принцип їх застосування і уможливить подальшу побудову більш складних форм [3].

Крім того, робота з редактором тривимірної графіки дозволить додатково розвинути такі навички [7]:

- уважність та акуратність: на кожному кроці виконання тієї чи іншої операції необхідно контролювати, повертаючи модель у різних ракурсах, також необхідно стежити за тим, які об'єкти виділені та вчасно знімати виділення;

- самоперевірка: учень перевіряє свої навички повторним застосуванням на нових етапах виконання роботи раніше вивчених інструментів, які йому пропонується задіяти самостійно, тим самим учень бачить, які інструменти йому в даному випадку дозволяють досягти результату;

- уява: у процесі створення моделі кожен наступний крок може бути змодельований різними способами, що дозволяє учневі вибрати будь-які способи та варіанти подальших дій, багато з яких можуть призвести до цікавих відкриттів та результатів;
- кругозір: увага до деталей об'єктів, що моделюються, дозволяє домогтися їх більшої реалістичності, вивчення можливостей різних інструментів збільшує широту їх застосування і складність реалізованих моделей і завдань моделювання;
- просторове мислення: розвиваються навички геометричного мислення, закони композиції та гармонії, учні краще засвоюють розташування предметів та об'єктів у просторі та співвідношень між ними.

Отже, нами розглянуто приклади типових завдань, які використовуються при вивченні теми «Моделювання».

Висновки до розділу 2

У другому розділі «Особливості навчання комп'ютерному моделюванню в профільній (старшій) школі» подано аналіз навчальних програм з інформатики для старших класів та аналіз актуальних підручників з інформатики на предмет вивчення моделювання на роках інформатики, а також схарактеризовано методичні особливості навчання комп'ютерному моделюванню на уроках інформатики та подано розв'язання типових задач з моделювання разом із задачами для самостійної роботи.

За аналізом навчальної програми з інформатики старшої школи ЗЗСО рівня стандарт в контексті теми виявлено, що вивчення моделювання в цілому та комп'ютерного моделювання, зокрема, включено в шкільну програму з інформатики. Сьогодні тема «Моделі і моделювання. Аналіз та візуалізація даних» для учнів старшої школи пропонується у вигляді базового модуля обсягом 35 годин (уроків). Аналіз чинних підручників з інформатики для учнів старших класів показав, що теми «Моделювання» та «Комп'ютерне

модельовання» подаються досить стисло і базуються на використанні таких комп'ютерних програм, як Excel, LibreOffice Calc, Lazarus, Tinkercad.

В навчанні комп'ютерного моделювання виділяють три типи завдань: за поданою моделлю об'єкта отримати необхідну інформацію та сформулювати висновки; на основі даних про реальний об'єкт розробити його модель (інформаційну, математичну, комп'ютерну тощо); здійснити процес моделювання на комп'ютері. У розділі запропоновано приклади таких завдань із детальним розв'язанням та завдання для самостійної роботи при навчанні учнів комп'ютерного моделювання.

ВИСНОВКИ

В роботі висвітлено особливості навчання комп'ютерному моделюванню на уроках інформатики. Вирішено усі поставлені завдання. Зроблено такі висновки.

1. Сучасна наука оперує різноманітними методами, серед яких моделювання є одним із найпоширеніших, оскільки дозволяє відійти від ідеального представлення об'єкта та використовувати його аналог, у якому збережено найсуттєвіші характеристики, які дають змогу говорити про властивості об'єкта після певних змін чи впливів на нього.

2. Будь-яка модель будується з метою отримання інформації про об'єкт-оригінал, то моделювання, за своєю суттю, є методом пізнання навколишньої дійсності. Моделювання – це метод наукового пізнання дійсності (систем, процесів, явищ) за допомогою побудови, вивчення і використання моделей. Комп'ютерне моделювання – це метод наукового пізнання дійсності за допомогою побудови комп'ютерних моделей і проведення з ними комп'ютерного експерименту.

3. Умовно програми для моделювання можна поділити на: програми для моделювання тривимірних об'єктів (3D Slash, Meshmixer 3.0, AutoDesk 123D, TinkerCAD, Wings 3D, FreeCAD, Blender та ін.), програми математичного моделювання (MatLab, GNU Octave, Maple, Mathematica та ін.), програми моделювання фізичних та хімічних процесів (Algodoo, Simcad Pro, VSim, Chemical WorkBench та ін.), програми для моделювання даних тощо (табличний процесор Excel або його аналог LibreOffice Calc, середовища візуального програмування (Lazarus, App Inventor, Visual Studio та ін.)

4. За аналізом навчальної програми з інформатики старшої школи ЗЗСО рівня стандарт в контексті теми виявлено, що вивчення моделювання в цілому та комп'ютерного моделювання, зокрема, включено в шкільну програму з інформатики. Сьогодні тема «Моделі і моделювання. Аналіз та візуалізація даних» для учнів старшої школи пропонується у вигляді базового модуля обсягом 35 годин (уроків). Аналіз чинних підручників з інформатики для учнів

старших класів показав, що теми «Моделювання» та «Комп'ютерне моделювання» подаються досить стисло і базуються на використанні таких комп'ютерних програм, як Excel, LibreOffice Calc, Lazarus, Tinkercad.

5. В навчанні комп'ютерного моделювання виділяють три типи завдань: за поданою моделлю об'єкта отримати необхідну інформацію та сформулювати висновки; на основі даних про реальний об'єкт розробити його модель (інформаційну, математичну, комп'ютерну тощо); здійснити процес моделювання на комп'ютері. У роботі запропоновано приклади таких завдань із детальним розв'язанням та завдання для самостійної роботи при навчанні учнів комп'ютерному моделюванню.

Проблема навчання комп'ютерному моделюванню на уроках інформатики в цій роботі не є цілком вирішеною. Додаткових науково-методичних пошуків потребують питання навчання комп'ютерному моделюванню в умовах карантинного навчання, в інклюзивних класах, на гурткових заняттях з інформатики.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Абрамчук В.С., Абрамчук І.В., Петрук Д.О., Пугач О.С., Руда О.Г., Шмулян Я.В. Базисні системи в задачах математичного моделювання. Фізико-математична освіта, 2016. Випуск 3(9). С. 17-21.
2. Атаманюк С.І., Шищенко І.В., Семеніхіна О.В. Інновації в освіті та специфічні принципи підготовки майбутніх фахівців їх використовувати. Фізико-математична освіта. Суми, 2020. Вип. 4(26). Ч. 2. С. 13-16.
3. Баришок М.В., Терменжи Д.Є. Етапи проєктування системи навчальних відеоматеріалів з математики: модель ADDIE. Фізико-математична освіта. 2021. Випуск 4(30). С. 20-28.
4. Бобровицька С.Ф., Семеніхіна О.В. Стан розробленості проблеми підготовки майбутніх учителів початкової школи до застосування електронних освітніх ресурсів у професійній діяльності. Педагогіка та психологія. 2019. Вип. 62. С. 23-29.
5. Боднар Н. І. Комп'ютерне моделювання фізичних процесів на уроках фізики як засіб розвитку ключових компетентностей здобувачів освіти. URL: <https://naurok.com.ua/stattya-na-temu-komp-yuterne-modelyuvannya-fizichnih-procesiv-na-urokah-fiziki-yak-zasib-rozvitku-klyuchovih-kompetentnostey-zdobuvachiv-osviti-112542.html>
6. Будянський Д.В., Друшляк М.Г., Семеніхіна О.В., Харченко І.В., Горбачук В.О., Чашечникова О.С. Типологія електронних ресурсів у формуванні риторичної культури фахівця. Інформаційні технології і засоби навчання. 2021. 81(1), С. 82-96. <https://doi.org/10.33407/itlt.v81i1.4292>
7. Вакал Ю.С., Шамо́ня В.Г. Організація педагогічного експерименту із використанням сучасних інформаційних технологій: навч. посіб. Суми: СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2020. 156 с.
8. Галатюк М.Ю. Моделювання навчально-пізнавальної діяльності старшокласників у контексті виконання творчої лабораторної роботи. Фізико-математична освіта, 2017. Випуск 1(11). С. 20-23.

9. Глушак О.М., Семеняка С.О. Економіко-математичне моделювання – перспективний напрямок прикладної математики. Фізико-математична освіта, 2017. Випуск 1(11). С. 28-31.
10. Дегтярьова Н., Петренко С. Актуальні питання формування цифрових компетентностей вчителів різних дисциплін під час підвищення кваліфікації. Актуальні питання гуманітарних наук: міжвузівський збірник наукових праць молодих вчених Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка. Дрогобич: Видавничий дім «Гельветика», 2020. Вип. 27. Том 2. С. 167-170.
11. Дегтярьова Н.В., Петренко С.І. Змішане навчання як чинник формування навичок самоосвіти у майбутніх вчителів інформатики. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2(143). 2019. С. 117-122.
12. Дегтярьова Н.В., Руденко Ю.О., Вернидуб Г.О. Формування вміння у майбутніх учителів працювати над науковим текстом. Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах: зб. наук. праць. Запоріжжя: КПУ, 2020. Вип. 68. Т.1. С. 240-243.
13. Дегтярьова Н.В., Руденко Ю.О., Шамо́ня В. Г., Семеніхі́на О.В. Методика вирішення нечітких багатокритеріальних задач вибору варіантів. Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, 2020. № 3 (481). С. 124-128. [https://doi.org/10.15589/znp2020.3\(481\).16](https://doi.org/10.15589/znp2020.3(481).16)
14. Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-deyaki-pitannya-derzhavnih-standartiv-povnoyi-zagalnoyi-serednoyi-osviti-i300920-898>
15. Друшляк М. Г., Юрченко А. О., Розуменко А. М., Розуменко А. О., Семеніхі́на О. В. Ефективні форми підвищення кваліфікації вчителів у галузі комп'ютерної анімації. Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету, 2021, 10 (1), С. 77-88. <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2021.108>

16. Дудка О.М., Депутат В.Р. Можливості вивчення технологій 3D-моделювання архітектурних споруд в школі. Фізико-математична освіта. 2020. Випуск 4(26). С. 45-50
17. Зайцева Т.В., Терещенкова О.В. Комп'ютерне моделювання в системі підготовки спеціалістів морської галузі. Фізико-математична освіта. 2019. Випуск 4(22). С. 45-50.
18. Інформатика (профільний рівень) : підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / В. Д. Руденко, Н. В. Речич, В. О. Потієнко. Харків : Вид-во «Ранок», 2019. 256 с.
19. Інформатика (рівень стандарту) : підруч. для 10-го (11-го) кл. закл. заг. серед. Освіти / Й.Я. Ривкінд, Т.І. Лисенко, Л.А. Чернікова, В.В. Шакотько. – Київ : Генеза, 2018. – 144 с.
20. Інформатика (рівень стандарту): підруч. для 10 (11) кл. закладів загальної середньої освіти / Н. В. Морзе, О. В. Барна. — К.: УОВЦ «Оріон», 2018. — 240 с.
21. Катеринюк Г.Д. Психолого-педагогічні аспекти формування умінь математичного моделювання в учнів старшої школи. Фізико-математична освіта. 2018. Випуск 1(15). С. 52-56.
22. Кобильник Т.П. Кліткові автомати як засіб моделювання складних систем. Фізико-математична освіта. 2018. Випуск 4(18). С. 71-75.
23. Ковальчук М.Б. Моделювання задач математичної фізики в системі комп'ютерної математики Maple. Фізико-математична освіта. 2019. Випуск 2(20). С. 40-47.
24. Комп'ютерне моделювання в хімії і технологіях та системах сталого розвитку – КМХТ-2016: Збірник наукових статей П'ятої міжнар. наук.-практ. конф. – Київ: НТУУ «КПІ», 2016 – 311 с.
25. Корольський В.В., Шокалюк С.В., Мельниченко Ю.А. Теоретично-методичні засади геометричного моделювання числових рядів. Фізико-математична освіта. 2018. Випуск 4(18). С. 81-89.

26. Лисенко С. О. ОСНОВНІ РИСИ МОДЕЛЕЙ ТА МОДЕЛЮВАННЯ. URL: <http://vabb.com.ua/news/risy-modeley-modeluvania.html>
27. Литвинова С.Г. Використання систем комп'ютерного моделювання для проектування дослідницьких завдань з математики. Фізико-математична освіта. 2018. Випуск 1(15). С. 83-89.
28. Литвинова С.Г. Моделі впровадження і оцінювання ефективності системи комп'ютерного моделювання як інноваційної освітньої ік-технології. Фізико-математична освіта. 2019. Випуск 2(20). С. 80-88.
29. Литвинова С.Г. Модель використання системи комп'ютерного моделювання для формування компетентностей учнів з природничо-математичних предметів. Фізико-математична освіта. 2019. Випуск 1(19). С. 108-115.
30. Литвинова С.Г., Мамута М.С., Рибалко О.О. Моделювання інтерактивних електронних плакатів. Фізико-математична освіта, 2018. Випуск 4(18). С. 96-100.
31. Майер Р.В. Компьютерное моделирование: моделирование как метод научного познания. Компьютерные модели и их виды. Научный электронный архив. URL: <http://econf.rae.ru/article/6722>
32. Мар'єнко М.В. Моделювання хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничоматематичних предметів до роботи в науковому ліцеї. Фізико-математична освіта. 2020. Випуск 2(24). С. 87-93.
33. Мартиненко О., Чкана Я., Удовиченко О. Управління самостійною роботою майбутніх учителів математики у віртуальному навчальному середовищі через використання електронної версії робочого зошиту. Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології. 2020. № 2 (96). С. 144-153.
34. Математичне та комп'ютерне моделювання економічних процесів : [монографія] / З. М. Соколовська, В. М. Андрієнко, І. Ю. Івченко [та ін.] - Одеса : Астропринт, 2016. - 272 с.

35. Модло Є.О. Мобільні засоби формування ІКТ-складової компетентності бакалавра електромеханіки в моделюванні технічних об'єктів. Фізико-математична освіта. 2018. Випуск 4(18). С. 115-120

36. Момот Р. А., Шамо́ня В. Г. До питання про комп'ютерну модель та комп'ютерне моделювання. Інформаційні технології в професійній діяльності : матеріали XIV Всеукраїнської науково-практичної конференції. Рівне : РВВ РДГУ. 2021. С. 134-135.

37. Навчальні програми для 5-9 класів. URL <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-5-9-klas>

38. Острога М.М., Шамо́ня В.Г. Модель формирования готовности будущих бакалавров среднего образования к использованию цифровых технологий в профориентационной деятельности. Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology, IX (97), Issue: 246, 2021. P.25-28.

39. Петренко С., Петренко Л. Модель формування інформатичної компетентності майбутніх учителів інформатики в процесі фахової підготовки. Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології. Суми: СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2020. № 2 (96) С. 154-164. DOI 10.24139/2312-5993/2020.02/154-164

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

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

42. Петренко С.І., Дегтярьова Н.В. Формування ІКТ-компетентності викладачів на курсах підвищення кваліфікації. Наукові записки Серія:

Педагогічні науки Випуск 186 - Кропивницький: РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка, 2020. с. 150-155.

43. Постіл С.Д. Проектна педагогічна технологія на основі міждисциплінарного інформаційного моделювання. Фізико-математична освіта, 2017. Випуск 4(14). С. 261-266.

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

45. Райковська Г.О., Соловйов А.В., Мельник О.Л. Парадигма підготовки бакалаврів з механічної інженерії при наскрізному моделюванні у сучасних машинобудівних САПР. Фізико-математична освіта, 2017. Випуск 4(14). С. 78-81.

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

47. Руденко Ю.О., Дегтярьова Н.В. Електронні ресурси та сервіси інтернет в контексті реалізації електронного навчання. Професійна підготовка вчителя в умовах цифрового освітнього середовища / за заг. ред. О.В. Семеніхіної. Суми, 2020. С.56-86.

48. Семенець С.П. Навчально-теоретичні задачі з математики: моделювання процесу розв'язування прикладних задач за допомогою визначеного інтеграла. Фізико-математична освіта, 2016. Випуск 4(10). С. 112-116.

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

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

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

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

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

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

55. Семеріков С.О., Теплицький І.О. Роль, місце та зміст комп'ютерного моделювання в системі шкільної освіти. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/106940/1/Роль%2С%20місце%20та%20зміст%20комп'ютерного%20моделювання%20в%20системі%20шкільної%20освіти.pdf>

56. Сергеев Д.С. Комп'ютерне моделювання когнітивного аспекту обробки природної мови на основі природно-мовної бази знань. Штучний інтелект. 2016. № 4. С. 42-48.

57. Соколов С.С. Математическая модель радиационного размещения груза в трюмах судна. Журнал университета водных коммуникаций. 2010. № 3. С. 89-92.
58. Соколюк О. М. Моделювання у навчально-пізнавальній діяльності учнів: аспект природничо-математичних предметів. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/162001392.pdf>
59. Теплицький І.О. Елементи комп'ютерного моделювання: навчальний посібник. Кривий Ріг: КДПУ, 2010. 264 с.
60. Ткаченко В.М., Таранець А.А. Використання комп'ютерного моделювання при вивченні нерозгалуженого електричного кола змінного струму. Фізико-математична освіта, 2016. Випуск 4(10). С. 135-139.
61. Толкачова В. Комп'ютерне моделювання в екології. *ЛОГОС. ОНЛАЙН*, 2020. URL: <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/2663-4139/article/view/3230>
62. Турінов А.М., Галдіна О.М. Використання комп'ютерного моделювання при розв'язанні квантовомеханічних задач. Фізико-математична освіта, 2017. Випуск 3(13). С. 170-177.
63. Тыщенко О.Б. Новое средство компьютерного обучения - электронный учебник. Компьютеры в учебном процессе. 2008. № 10. С. 89-92.
64. Удовиченко О.М. Критерії та показники рівнів готовності майбутніх учителів інформатики до професійної діяльності. Вісник Черкаського національного університету. Серія «Педагогічні науки». Черкаси, 2020. Вип. 2.2020. С. 142-147.
65. Україна від А до Я: сучасний енциклопедичний словник / Уклад. Кожушко О. М. — Х. : Вид-во «Ранок», 2009.— 624 с.
66. Харченко І.І., Удовиченко О.М. Результати експериментального формування культури професійної комунікації майбутніх фахівців з економіки. Вісник Черкаського національного університету. Серія «Педагогічні науки». Черкаси, 2020. Вип. 1.2020. С. 146-150.

67. Хворостіна Ю.В., Удовиченко О.М., Юрченко А.О. Особливості використання дидактичних ігор на уроках математики. Інноваційна педагогіка. 2019. Вип. 19. Том 3. С. 141-146. <https://doi.org/10.32843/2663-6085-2019-19-3-29>

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

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

70. Шамо́ня В.Г., Семеніхіна О.В., Друшляк М.Г. Використання середовища Proteus для візуального моделювання роботи базових елементів інформаційної системи. Фізико-математична освіта. 2019. Випуск 2(20). С. 160-165.

71. Шамшина Н.В. Использование табличного процессора MS Excel при решении задач на рекурсию. Фізикоматематична освіта, 2011. №1(1). С. 112-120.

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

73. Шамшина Н.В. Розв'язування завдань комп'ютерного моделювання у табличному процесорі EXCEL. Фізикоматематична освіта. 2018. Випуск 4(18). С. 171-176.

74. Шамшина Н.В., Методы построения динамических диаграмм в Excel. Фізико-математична освіта, 2015. № 1 (4). С. 39-46.

75. Юрченко А.О., Семеніхіна О.В., Хворостіна Ю.В., Удовиченко О.М., Петренко С.І. Навчання програмувати в старшій школі крізь призму

чинних навчальних програм. Фізико-математична освіта. 2019. Вип. 2(20). Ч. 2. С. 48-55. DOI 10.31110/2413-1571-2019-022-4-021.

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

77. 123D Apps & Products | Autodesk. URL: <https://www.autodesk.com/solutions/123d-apps>

78. 3D Slash - a 3D piece of cake. URL: <https://www.3dslash.net/>

79. Algodoo. URL: <http://www.algodoo.com/>

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

81. blender.org - Home of the Blender project. URL: <https://www.blender.org/>

82. Chemical Workbench – integrated software tool for kinetic mechanism development, reactor modeling and conceptual design. URL: <https://www.kintechlab.com/products/chemical-workbench/>

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

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

85. Drushlyak M. G., Shishenko I. V., Borozenets N. S., Nekyslykh K. M., Semenikhina O. V. Computer Probabilistic Models Construction and Analysis of

Professional Activity of their Use by Ukrainian Mathematics Teachers. Proceedings of 44 International convention on information and communication technology, electronics and microelectronics “MIPRO 2021”, Opatija (Croatia), 28 September – 1 October, 2021. P. 712-717. DOI: 10.23919/MIPRO52101.2021.9596868

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

87. FreeCAD: Your own 3D parametric modeler. URL: <https://www.freecadweb.org/>

88. GNU Octave. URL: <https://www.gnu.org/software/octave/index>

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

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

91. Maple - The Essential Tool for Mathematics – Maplesoft. URL: <https://www.maplesoft.com/products/Maple/>

92. MATLAB & Simulink – MathWorks. URL: <https://www.mathworks.com/products/matlab.html>

93. Okhrimenko O., Semenikhina O., Shyshenko I. Future teachers' readiness for the digital modernization of inclusive education. New challenges in the development of future specialists: collective monograph. Universitatea Dunarea de Jos Galati, Romania, 2021. P. 83-94.

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

95. Omelyanenko, V., Kudrina, O., Semenikhina, O., Zihunov, V., Danilova, O. & Liskovetska, T. Conceptual aspects of modern innovation policy. *European Journal of Sustainable Development*. 2020. Volume 9 (2). P. 238-249. DOI:10.14207/ejsd.2020.v9n2p238
96. Ostroha M., Drushlyak M., Shyshenko I., Naboka O., Proshkin V., Semenikhina O. On the use of social networks in teachers' career guidance activities. Smyrnova-Trybulska E. (ed.). (2021) *E-learning in COVID-19 Pandemic Time. "E-learning" Series*. Vol. 13 (2021) (Pp. 113-124) Katowice-Cieszyn: Studio Noa for University of Silesia.
97. Petrenko S., Dehtiarova N. Increasing teachers' ict-competency level in the after-graduate education process. *Інноваційна педагогіка*. Вип. 21. Т. 3. 2020. С. 73-77.
98. Phunware, Inc. (PHUN) Stock Price, News, Quote & History. URL: <https://finance.yahoo.com/quote/PHUN/>
99. Rudenko Yu., Rozumenko A., Kryvosheya T., Karpenko O., Semenikhina O. Online Training during the COVID-19 Pandemic: Analysis of Opinions of Practicing Teachers in Ukraine Proceedings of 44 International convention on information and communication technology, electronics and microelectronics "MIPRO 2021", Opatija (Croatia), 28 September – 1 October, 2021. DOI: 10.23919/MIPRO52101.2021.9596799
100. Rudenko Yu., Semenikhina O. Analysis of distance learning experience in colleges of Sumy region of Ukraine. *Education during a pandemic crisis: problems and prospects* / Eds. Tetyana Nestorenko & Tadeusz Pokusa Opole, 2020. P. 175-181
101. Rudenko Yuliia, Olha Naboka, Larysa Korolova, Khana Kozhukhova, Olena Kazakevych, Olena Semenikhina. Online Learning With the Eyes of Teachers and Students in Educational Institutions of Ukraine. *TEM Journal*. Volume 10, Issue 2, P. 922-931. DOI: 10.18421/TEM102-55.

102. Semenikhina O. et al. The Formation of Skills to Visualize by the Tools of Computer Visualization. TEM Journal. 2020. Volume 9(4). P. 1704-1710. DOI: 10.18421/TEM94-51
103. Semenikhina O. V. The Using Interactive Methods In The Formation Of Conflictological Culture Of Specialist. International Scientific Journal «Future Science: Youth Innovations Digest». 2019. Volume 3, Issue 3. P. 44-48
104. Semenikhina O., Drushlyak M., Lynnyk S., Kharchenko I., Kyryliuk H., Honcharenko O. On Computer Support of the Course “Fundamentals of Microelectronics” by Specialized Software: the Results of the Pedagogical Experiment. TEM Journal. 2020. Volume 9 (1). P. 309-316. DOI: 10.18421/TEM91-43
105. Semenikhina O., Drushlyak M., Yurchenko A., Udovychenko O., Budyanskiy D. The use of virtual physics laboratories in professional training: the analysis of the academic achievements dynamics. ICT in Research, Education and Industrial Applications (ICTERI-2020) : 16th International Conference. October, 06-10, 2020. Kharkiv. P. 423-429.
106. Semenikhina O., Proshkin V., Drushlyak M. Mathematical knowledge control automation within dynamic mathematics programs. E-learning and STEM Education / Scientific Editor Eugenia Smyrnova-Trybulska. Katowice–Cieszyn, 2019. P. 571-586. .
107. Semenikhina O., Proshkin V., Naboka O. Application of Computer Mathematical Tools in University Training of Computer Science and Mathematics Pre-service Teachers. International Journal of Research in E-Learning, 2020, 6(2), 1-23. <https://doi.org/10.31261/IJREL.2020.6.2.06>
108. Semenikhina O., Yurchenko A., Sbruieva A., Kuzminskyi A., Kuchai O., Bida O. The Open Digital Educational Resources In IT-Technologies: Quantity Analysis. Information technologies and learning tools. V. 75. Issue 1. P. 331-348 <https://doi.org/10.33407/itlt.v75i1.3114>
109. Semenikhina Olena V., Proshkin Volodymyr V. The main problems of using computer mathematical tools in university education. Інформаційні

технології в освіті та науці: Збірник наукових праць. Випуск 12. Мелітополь: ФОП Однорог Т.В., 2021. 204 с. С.9-11.

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

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

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

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

114. Simcad Pro: Simulation Software. URL: <https://www.createasoft.com/>

115. Smith R., Weiss A., Bollimuntha R., DMello S., Piket-May M., Hadi M., Elsherbeni A. Merging VSim's Model Building and Visualization Tools with Custom FDTD Engines. *ACES JOURNAL*, Vol. 32, No. 12. p. 1144-1147.

116. System Requirements Meshmixer 3.5. URL: <https://www.meshmixer.com/download.html>

117. Tinkercad | Create 3D digital designs with online CAD. URL: <https://www.tinkercad.com/>

118. Udovychenko O., Chkana Ya., Yurchenko A., Khvorostina Yu. Introduction of didactic games in the educational process. *Фізико-математична*

освіта. 2019. Вип. 4(22). Частина 2. URL: <https://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/publ/8-1-0-621>.

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

120. Wings 3D. URL: <http://www.wings3d.com/>

121. Wolfram Mathematica: Modern Technical Computing. URL: <https://www.wolfram.com/mathematica/>

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

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

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

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

ДОДАТКИ

Додаток А

**Календарно-тематичне планування уроків
інформатики (рівень стандарту) базовий модуль
для 10 (11) класу**

(До підручника «Інформатика 10(11) клас»)

Автори: Ривкінд Й. Я., Лисенко Т. І., Чернікова Л. А., Шакотько В. В.
за навчальною програмою 2018 року

Навчальна програма з інформатики (рівень стандарту) для 10-11 класів загальноосвітніх шкіл, затверджена Наказом Міністерства освіти і науки № 1407 від 23 жовтня 2017 року

№ уро-ку	Дата уроку	Тема уроку	Примітки
Тема 1. Інформаційні технології в суспільстві			
1.		Інструктаж з БЖД. Інформація, повідомлення, дані, інформаційні процеси, інформаційні системи як важливі складники й ознаки сучасного суспільства. Сучасні інформаційні технології та системи. Людина в інформаційному суспільстві.	
2.		Інструктаж з БЖД. Проблеми інформаційної безпеки. Загрози при роботі в Інтернеті і їх уникнення.	
3.		Інструктаж з БЖД. Навчання в Інтернеті. Професії майбутнього – аналіз тенденцій на ринку праці. Роль інформаційних технологій в роботі сучасного працівника.	
4.		Інструктаж з БЖД. Комп'ютерно-орієнтовані засоби планування, виконання і прогнозування результатів навчальної, дослідницької і практичної діяльності.	
5.		Інструктаж з БЖД. Інтернет-маркетинг та інтернет-банкінг. Системи електронного урядування.	
6.		Інструктаж з БЖД. Поняття про штучний інтелект, інтернет речей, Smart-технології та технології колективного інтелекту.	
Тема 2. Моделі і моделювання. Аналіз та візуалізація даних			
7.		Інструктаж з БЖД. Комп'ютерне моделювання об'єктів і процесів. Комп'ютерний експеримент.	
8.		Інструктаж з БЖД. Основи статистичного аналізу даних. Ряди даних. Обчислення основних статистичних характеристик вибірки.	
9.		Інструктаж з БЖД. Візуалізація рядів даних.	
10.		Інструктаж з БЖД. Візуалізація трендів даних.	
11.		Інструктаж з БЖД. Інфографіка.	
12.		Інструктаж з БЖД. Програмні засоби для складних обчислень, аналізу даних та фінансових розрахунків.	

13.		Інструктаж з БЖД. Програмні засоби для складних обчислень, аналізу даних та фінансових розрахунків.	
14.		Інструктаж з БЖД. Розв'язування оптимізаційних задач.	
15.		Інструктаж з БЖД. Розв'язування рівнянь, систем рівнянь.	
16.		Інструктаж з БЖД. Розв'язання задач з різних предметних галузей.	
Тема 3. Системи керування базами даних			
17.		Інструктаж з БЖД. Поняття бази даних.	
18.		Інструктаж з БЖД. Поняття систем керування базами даних, їх призначення.	
19.		Інструктаж з БЖД. Реляційні бази даних, їхні об'єкти.	
20.		Інструктаж з БЖД. Ключі й зовнішні ключі. Зв'язки між записами і таблицями. Визначення типу зв'язку.	
21.		Інструктаж з БЖД. Створення таблиць.	
22.		Інструктаж з БЖД. Введення і редагування даних різних типів.	
23.		Інструктаж з БЖД. Впорядкування, пошук і фільтрування даних.	
24.		Інструктаж з БЖД. Запити на вибірку даних.	
Тема 4. Мультимедійні та гіпертекстові документи			
25.		Інструктаж з БЖД. Технології опрацювання мультимедійних даних. Роль електронних медійних засобів в житті людини.	
26.		Інструктаж з БЖД. Поняття про мову розмічання гіпертекстового документа.	
27.		Інструктаж з БЖД. Системи керування вмістом для веб-ресурсів.	
28.		Інструктаж з БЖД. Створення та адміністрування сайту.	
29.		Інструктаж з БЖД. Ергономіка розміщення відомостей на веб-сторінці.	
30.		Інструктаж з БЖД. Поняття пошукової оптимізації та просування веб-сайтів.	
31.		Інструктаж з БЖД. Виконання колективного навчального проекту.	
32.		Інструктаж з БЖД. Виконання колективного навчального проекту.	
33.		Інструктаж з БЖД. Виконання колективного навчального проекту.	
34.		Інструктаж з БЖД. Захист колективного навчального проекту.	
35.		Інструктаж з БЖД. Повторення і систематизація навчального матеріалу за рік.	