

УДК 372.862:373.546

СУЧАСНІ ВИМОГИ ДО НАВЧАННЯ УЧНІВ ТЕХНІЧНОМУ МОДЕЛЮВАННЮ

Тарара Анатолій Михайлович,*завідувач відділу технологічної освіти Інституту педагогіки НАПН України, кандидат фізико-математичних наук, доцент.***Лапінський Сергій Віталійович,***учитель загальноосвітнього навчального закладу, м. Київ.*

Анотація. Розглянуто подання технічного моделювання у навчанні технологій як частинного випадку загальнонаукового методу моделювання. Запропоновано проводити вивчення тем трудового навчання, пов'язаних із моделюванням, у формі інтегрованих уроків трудового навчання, інформатики і фізики.

Ключові слова: моделювання, трудове навчання, інформатика, фізика, міжпредметні зв'язки.

Технічній творчості учнів загальноосвітніх навчальних закладів присвячена велика кількість наукової, навчальної, навчально-методичної літератури. У значній частині цієї літератури як важливий складник технічної творчості учнів автори розглядають моделювання. Під моделюванням наразі, здебільшого, розуміють створення учнями моделей технічних об'єктів, пристроїв, явищ тощо. Рівень складності таких моделей знаходиться в досить широкому діапазоні — від найпростіших до радіокерованих, які беруть участь у міжнародних змаганнях. Спосіб їх створення також досить різний за рівнем творчості — від виготовлення за зразком, наочної опори, готових креслень до творчого процесу проектування і конструювання моделі.

Важливим є науково-дослідний аспект моделювання. Він визначає сутність моделювання як методу пізнання (дослідження) об'єктивної дійсності, головний засіб пізнання як нас самих, так і оточуючого середовища. Моделювання є видом діяльності, яка значною мірою визначає науково-технічний прогрес [1].

Практика показує, що моделювання учнями в школі чи позашкільних закладах не повторює виробниче і науково-дослідне. Утім, відсторонення учнів від процесу проектування моделей і їх дослідження як проміжного етапу створення реального технічного об'єкта вважаємо недоречним. Школярів — членів технічних гуртків, найбільш підготовлених учнів на заняттях необхідно залучати і до видів моделювання, сутність яких близька до виробничого і науково-дослідного. Якщо при цьому використовується певний програмний засіб, то в учнів відбувається формування вмінь і навичок комп'ютерного моделювання. Така діяльність учнів відповідатиме високому рівню творчості, знайомитиме їх з основами виробничого проектування нових технічних об'єктів. Одночасно вона виконуватиме завдання профорієнтації учнівської молоді, що є теж досить важливим компонентом навчання учнів моделюванню.

Усе зазначене вище передбачає використання вчителем різного типу технологій навчання учнів моделюванню. Разом з тим, майже вся література, присвячена технічній творчості учнів, вийшла друком у минулому столітті. Нова ж література з такої тематики, доступна вчителям і учням, майже відсутня. У літературі не враховуються сучасні досягнення науково-технічного прогресу (зокрема, комп'ютеризація навчального процесу), не використовуються всі можливі способи навчання учнів технічному моделюванню, які мають ознаки технологій і не оцінюються їх ефективність у контексті розвитку творчих здібностей учнів [5].

Мета статті — розглянути різні технології навчання учнів технічному моделюванню, показати важливість кожної з них для розвитку творчого потенціалу учнів, доцільність їх використання в тих чи інших умовах навчального процесу відповідно до поставлених завдань процесу навчання учнів.

Гносеологічна функція моделювання полягає в тому, що модель є ізоморфним відображенням об'єкта, який моделюється, тому пізнання властивостей моделі є відповідним відображенням пізнання об'єкта. І навпаки, етапи процесу пізнання об'єкта відображаються у формі моделей різних рівнів абстрагування, залежно від глибини пізнання об'єкта, деталізації його властивостей [3].

Об'єкт моделювання може існувати в природі, бути реальним, а може існувати лише в уяві людини, бути ідеальним. Отже, можливі два напрями відображення — ідеального об'єкта, який існує у свідомості людини, на матеріальний об'єкт, і матеріального об'єкта на його модель.

Складність об'єктів, які можуть вивчатися і створюватися методом моделювання, практично необмежена. Останнім часом великого значення набуло моделювання біологічних і фізіологічних процесів. Деякі функції людського мозку і нервової системи моде-

люються за допомогою спеціальних матеріальних і комп'ютерних моделей.

Фізичне моделювання характеризується тим, що дослідження проводиться на пристроях, які мають фізичну подібність, тобто зберігають природу явища.

Математичне моделювання має значно ширші можливості. До математичних моделей часто зараховують і програми, створені для виконання на комп'ютері. Велике значення має моделювання і моделі мають на практиці — це комп'ютерні програми-емулятори для пілотів, космонавтів, інші комп'ютерні навчальні програми в різних варіантах, різного типу тренажери тощо.

Процес моделювання на уроках чи в позаурочний час (на заняттях технічних гуртків) відбувається у процесі створення учнями різноманітних моделей пристроїв, технічних об'єктів, фізичних явищ, моделей-фантазій тощо [5].

Під час вибору моделей для виготовлення необхідно орієнтуватися на такі моделі, які є найзручнішими для оволодіння учнями процесами проектування і конструювання, складання креслень, розроблення технології виготовлення виробу, якісного й економного виготовлення деталей моделі та дотримання їх точності. Завдання з конструювання моделі й розроблення технології її виготовлення мають бути сильними для учнів, відповідати їхнім віковим особливостям. Обов'язковим є також урахування рівня знань учнів з основ наук. Зокрема, якщо в основі функціонування моделі лежать певні закономірності чи явища, або ж вони нею моделюються, то учнів треба завчасно ознайомити з необхідними для роботи з моделлю знаннями, актуалізувати зазначені знання, можливо, — гармонізувати подання навчального матеріалу за змістом і синхронізувати в часі з вивченням подібного матеріалу на уроках інших предметів.

Наприклад, моделювання реактивного руху можна проводити на уроках трудового навчання як ілюстрацію створення фізичної моделі реального об'єкта. Але навчально-виховна ефективність процесу, який завершується реальним запуском моделі, не буде повною, якщо не пов'язати його з вивченням закону збереження імпульсу на уроках фізики (здійснити випереджальний міжпредметний зв'язок). Позитивні емоції, які завжди супроводжують запуски «водяної ракети», зробленої з пластикової ємності з-під газованих напоїв, діти запам'ятовують надовго, і це є додатковим мотиватором навчання фізики.

Технічне моделювання необхідно розглядати, перш за все, як спосіб навчання учнів конструювати, читати і виконувати креслення, як процес ознайомлення з важливими складниками професійної конструкторської діяльності.

Можна виокремити такі підходи до організації процесу технічного моделювання учнями.

І. Школярі дотримуються наочних образів відомих технічних пристроїв, об'єктів тощо. При цьому виділимо три можливі технології навчання учнів моделюванню, які відповідають різним рівням творчості.

1. Учні виготовляють модель достатньо відомого їм об'єкта (наочна опора, яка може знаходитися і безпосередньо перед учнями, зокрема, на детальних рису-

нках), використовуючи готові креслення, технологічні карти на створюваний об'єкт тощо. У цьому випадку творчість учнів є обмеженою (процеси проектування і конструювання майже відсутні). Проте навіть репродуктивна діяльність є досить важливою для учнів 5–6 класів, оскільки при цьому формується значна кількість необхідних для цього віку вмінь і навичок, розширюється політехнічний світогляд, учні набувають технічні знання, знайомляться з відомостями про моделі і їх практичне застосування.

2. Діяльність учнів є більш творчою, якщо використовується лише наочна опора, а відповідні малюнки, ескізи чи креслення учні розробляють самостійно і, на решті, виготовляють копію відомого об'єкта.

3. Учні виготовляють креслення моделі відомого об'єкта з внесення в його конструкцію і виконуваних функцій різноманітні вдосконалення, на які також самостійно розробляють відповідні ескізи чи креслення. Рівень творчості учнів при цьому значно вищий, ніж у першому і другому випадках.

II. Наочні образи учнями не використовуються

Учні проектують і виготовляють модель нового виробу (зокрема, моделі-фантазії), пристосування, технічного об'єкта, фізичного процесу тощо. У цьому випадку технічне моделювання за рівнем творчості прирівнюється до проектування і виготовлення (з проміжними етапами конструювання і розроблення технології виготовлення) реального технічного об'єкта за власним задумом (об'єкта практичного застосування) і є повністю творчим процесом. До нього залучаються більш підготовлені учні, зокрема, старших класів.

Основні етапи процесу технічного моделювання учнями за технологіями навчання, які вимагають включення учнів у процеси проектування і конструювання, є такими (текст А):

- 1) аналіз проблемної ситуації, що виникла під час занять у шкільній майстерні;
- 2) самостійна постановка проблеми і пропонування ідеї виробу, який буде розв'язанням проблемної ситуації;
- 3) аналіз механічних, фізичних, хімічних та інших процесів і законів, що лежать в основі функціонування проектованого об'єкта;
- 4) знаходження аналогів виробу й опрацювання загальнотехнічної і довідкової літератури для вибору найкращого варіанта проектування виробу;
- 5) проектування кількох ескізних варіантів виробу і вибір найраціональнішого з них;
- 6) конструювання технічного об'єкта;
- 7) розроблення технології виготовлення виробу;
- 8) виготовлення і регулювання окремих деталей, вузлів і виробу в цілому;
- 9) дослідна перевірка функціонування виробу, виявлення недоліків і їх усунення;
- 10) доопрацювання технічного об'єкта;
- 11) коригування технічної документації на виготовлення виробу.

Розгляд моделювання (тобто процесу створення моделі) можливий і як проміжний етап проектування учнями певного технічного об'єкта. Учні проектують і виготовляють модель, досліджують її, а отрима-

ні результати використовують під час проектування іншого задуманого виробу [4].

У цьому випадку досить важливим є правильний вибір учителем змісту й завдань технології навчання учнів моделюванню. Перш за все, учитель має допомогти учням усвідомити сутність моделювання, його значення для науково-технічного прогресу, надати відповідні відомості про нього в історичній ретроспективі. Такий підхід сприятиме максимальній зацікавленості учнів оволодінням моделюванням як видом діяльності.

З цією метою можна використати рис. 1, який умовно названо «діаграма-квест» процесу моделювання.

Такі діаграми досить часто використовують для планування не тільки наукової діяльності, але й для створення бізнес-планів, планування схем управління впровадженням інновацій тощо.

Для пояснення доцільно використати такий текст (текст Б).

1 етап (4, 3, 2, 1). — Постановка завдання.

Отримання первинних відомостей про об'єкт. Здійснюється аналіз об'єкта. Визначення можливого способу постановки задачі. У результаті аналізу даних проводиться формулювання вимог до моделі. Формулюється Мета моделювання. Виявляються суттєві фактори, від яких залежить поведінка моделі. Ро-

биться перша спроба визначити зв'язки простих об'єктів, що входять до складу модельованого об'єкта.

2 етап (1, 5, 8). Розроблення моделі.

За результатами аналізу об'єкта створюється інформаційна модель (сукупність відомостей про об'єкт). Інформаційна модель має бути описана у формі сукупності даних, виражених певними кодами. Якщо передбачається здійснити комп'ютерне моделювання, то інформаційну модель здебільшого необхідно перетворити на математичну.

3 етап (11, (13, 14), 6, 10, 15). Комп'ютерний експеримент (якщо модель реалізовано як програмний об'єкт).

Після створення комп'ютерної моделі проводиться її тестування. Дуже важливо передбачити всі можливі варіанти отримання результатів, створити план проведення експериментів (13, 14). На цьому етапі, як і на наступних, можливе корегування моделі (шлях дугою 12), оскільки в процесі дослідження майже завжди виникають нові дані, які потребують уточнення моделі.

4 етап (10, 15 і далі). Аналіз результатів моделювання. За отриманими даними перевіряється, наскільки результати відповідають цілям моделювання. Дослідник має вміти побачити реальний об'єкт або процес у його моделі, поданий у вигляді числових даних.

Аналіз рис. 1 і тексту Б має проводитися у формі, наближеній до діалогової (які дії виконують на шляху 4 3 7 10, які дані можуть отримати).

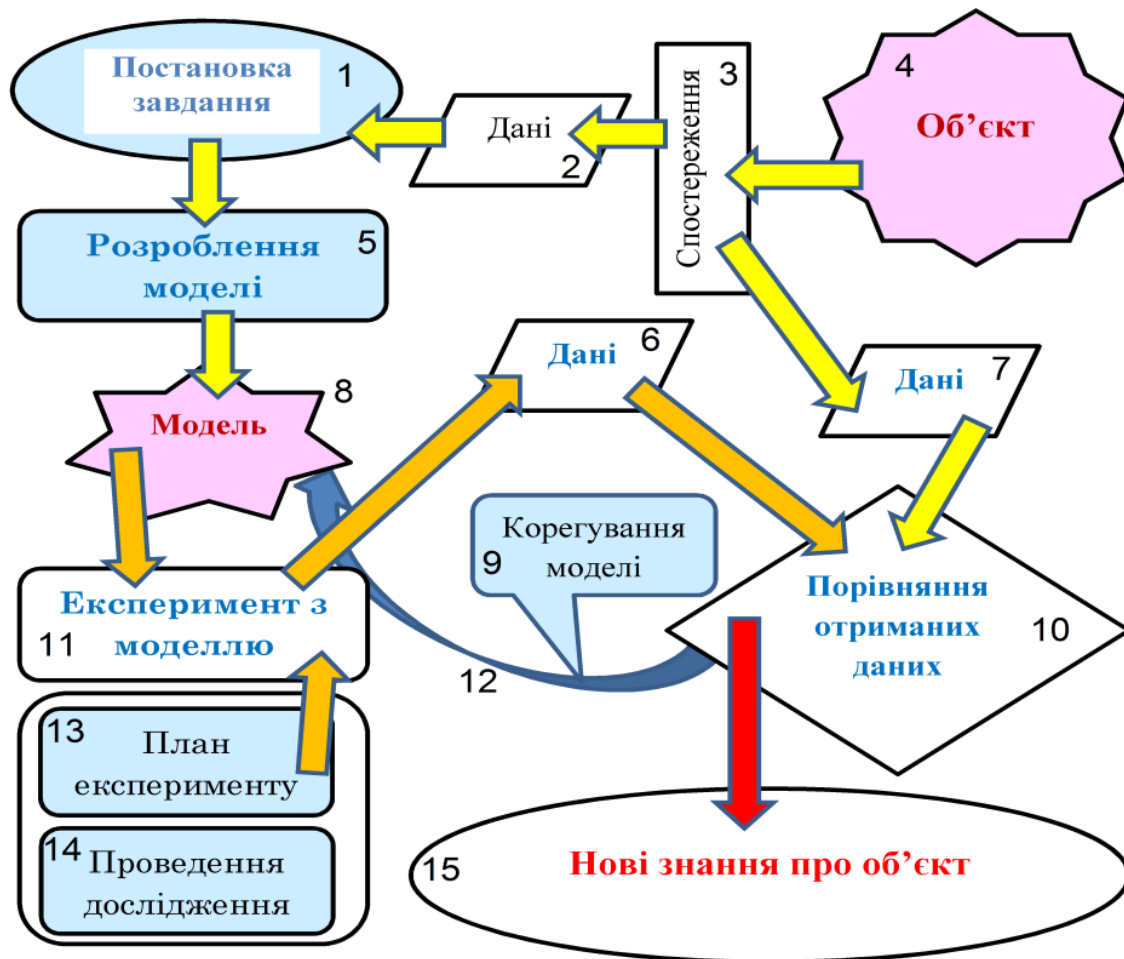


Рис. 1. Діаграма-квест процесу моделювання

Частина запитань до рисунку подано в конспекті уроку, частину можна додати. Можна до діалогу включити елементи квесту, сформулювавши запитання на кшталт: як можна отримати дані на етапі 3, що вони описуватимуть; про що свідчить дуже велика відмінність між даними, отриманими на етапах 6 і 7 тощо.

Поданий нижче план-конспект інтегрованого уроку може використовуватися в різних варіантах, бути доповненим (якщо його проводять у старшій школі, додавши ще дві години з виділених на фізику й інформатику), або скороченим, якщо його проводять у сьомому класі.

Інтегрований урок з трудового навчання, інформатики та фізики

Поняття моделі та моделювання. Створення і дослідження моделі.

Мета уроку:

- сформулювати в учнів уявлення про модель, моделювання, пояснити її призначення;
 - розглянути різні класифікації моделей, навести приклади різних типів моделей;
 - розвивати інтелект, мислення, творчі здібності;
 - виховувати уміння працювати в групі.
- Обладнання:** прописується з наявного.

Хід уроку

I. Організаційний момент

Урок проводиться за рахунок годин трудового навчання (спарений урок з відповідним поділом класу на групи), перші 20 хвилин — у кабінеті, обладнаному комп'ютером із засобом демонстрування зображення для групи, наступні 25 хвилин — на спортивному майданчику школи, наступні 45 хвилин — у класі.

II. Оголошення теми і мети уроку

III. Мотивація навчальної діяльності

Бесіда на тему «Коли і чому виникла у людини потреба в моделях?»

З давніх часів людина використовує моделювання для дослідження об'єктів, процесів та явищ у різних галузях своєї діяльності. Результати цих досліджень допомагають визначити й поліпшити характеристики реальних об'єктів і процесів, краще зрозуміти сутність явищ і пристосуватися до них або керувати ними, конструювати нові й модернізувати старі об'єкти. Моделювання допомагає людині приймати обґрунтовані рішення і передбачати наслідки своєї діяльності.

Демонстрування зображень пар «модель — об'єкт»: двигун автомобіля — модель двигуна, блискавка — іскра електрофорної машини, старт космічного корабля — старт моделі ракети.

Вихід на шкільний спортивний майданчик, запуск водяної ракети.

IV. Вивчення нового матеріалу (у класі, до 25 хв.)

Що ж таке модель?

Цим словом позначають і матеріальні моделі реально існуючих об'єктів на виставці, і нематеріальні (у вигляді математичних формул, наборів даних) моделі матеріальних об'єктів, і матеріальні моделі нематеріальних (ідеальних) об'єктів. Як же в одному слові можна об'єднати такі різні поняття? Річ у тім, що поняття моделі об'єднує дещо спільне, а саме те, що

модель — це штучно створений людиною ідеальний або матеріальний об'єкт. Дії з моделлю дозволяють пізнати сутність реально існуючого складного об'єкта, процесу чи явища, що називаються прототипами об'єкта. Отже, *модель* — це спрощене відображення реального об'єкта, процесу чи явища, а *моделювання* — побудова моделей для дослідження і вивчення об'єктів, процесів та явищ.

А чому ж не можна дослідити сам оригінал, навіщо створювати моделі? Учні разом з учителем називають деякі причини створення моделі, а саме:

- оригінал може вже або ще не існувати (процес спорудження єгипетських пірамід, «ядерна зима», яка може розпочатися після атомного бомбардування);
- людина хоче побачити об'єкт, але не має можливості потрапити до місця його знаходження (Ейфелева вежа, єгипетські піраміди, Софійський собор тощо);
- процес, що досліджується, небезпечний для життя (ядерна реакція).

Учитель звертає увагу учнів на те, що складання плану своїх дій на день теж можна вважати моделюванням.

Для одного й того самого об'єкта можна створити велику кількість моделей. Усе залежить, по-перше, від мети, яку ви поставили перед собою, а по-друге, від методів і засобів, за допомогою яких ви збираєте інформацію про прототип.

Класифікація моделей

Розглянемо найбільш суттєві ознаки, за якими класифікуються моделі.

З позиції **галузі використання**, можна сказати, що моделі бувають:

- **навчальні** — наочні посібники, тренажери, навчальні програми — створюються для дослідження характеристик реального об'єкта (модель теплохода перевіряється на стійкість, а модель літака — на аеродинамічні характеристики);
- **дослідні науково-технічні** — для дослідження процесів та явищ (ядерний реактор або синхротрон);
- **ігрові** — для вивчення можливої поведінки об'єкта в запрограмованих або непередбачених ситуаціях (військові, економічні, спортивні ігри тощо);
- **імітаційні моделі** — виконується імітація реальної ситуації для вивчення реальних обставин (випробування лікарських препаратів на мишах або інших тваринах, політ собаки в космос).

З урахуванням **фактора часу** моделі можуть бути **динамічні** і **статичні**. У першому випадку над об'єктом виконуються дослідження протягом деякого терміну, а в другому — робиться одноразовий зріз стану (наприклад, постійний нагляд сімейного лікаря й одноразове обстеження в поліклініці).

За **способом подання** моделі можуть бути **матеріальні** й **інформаційні**.

Матеріальні моделі — це предметне відображення об'єкта зі збереженням геометричних та/або фізичних властивостей. Наприклад, іграшки, опудала тварин, географічні карти, глобус тощо — це матеріальні моделі реально існуючих об'єктів. Матеріальною моделлю можна також назвати хімічний або фі-

зичний дослід. Графік залежності $y = ax + b$, побудований на папері, ескіз або креслення деталі, яка щойно придумана конструктором, є матеріальними моделями ідеальних об'єктів.

Інформаційна модель — це сукупність відомостей, що характеризують властивості і стан об'єкта, процесу чи явища, а також його взаємодію з оточенням (температура об'єкта, залежність сили взаємодії тіла і Землі від маси тіла тощо). Інформаційні моделі можуть бути:

- *вербальними* — моделі, подані у формі словесних описів (тіла падають на Землю внаслідок того, що ... , пори року на Землі змінюються тому, що вісь обертання землі не перпендикулярна площині екліптики тощо),
- *знаковими* — моделі, подані спеціальними знаками (малюнками, текстами, схемами, графіками, формулами, структурованими наборами даних з відповідними правилами інтерпретації тощо).

Спорідненими з інформаційними є *математичні моделі*, які дозволяють враховувати кількісні і просторові параметри явищ і використовувати точні математичні методи.

У *комп'ютерних моделях* використовуються інформаційні описання і математичні моделі реального або ідеального об'єкта, причому створюється новий особливий об'єкт — комп'ютерна програма, у якій відображаються властивості об'єкта моделювання, та методи, які описують реакцію об'єкта на зовнішні впливи (дані, що поступають на опрацювання).

Наводяться приклади моделей різних видів.

V. Інтерактивні вправи

Утворюють групи по три–чотири учні. Усі учні отримують листок з рис. 1 і текстами А і Б, їм пропонується уважно розглянути його, спробувати «пройти» позначеними стрілками шляхами, обговорити в групах.

Пропонується порівняти тексти А і Б, виявити відмінності між моделюванням як технологічним процесом (текст А) і моделюванням як методом наукового пізнання (текст Б).

Роботу продовжують у формі домашнього завдання.

1. Чи можна, досліджуючи модель, отримати нові знання про об'єкт?
2. Статичною чи динамічною моделлю є розклад уроків?
3. Раніше кожен щойно сконструйований літак будувався в кількості не менше двох зразків, один з яких жодного разу не піднімався в небо. Що робили з цим зразком і навіщо?
4. Чи можна вважати літак, який не злітав у повітря (див. попереднє запитання) моделлю? Якщо так, то якою?
5. Чому зараз у більшості випадків розробники механізмів, транспортних засобів тощо, надають перевагу комп'ютерному моделюванню?
6. Чи можна комп'ютер вважати моделлю мозку людини? Поясніть, чому, до якої межі.
7. Які властивості валізи, скрині, сірникової коробки відображаються у кресленні паралелепіпеда, виконаному на папері?
8. Всесвітньо відома фірма «Тетра Пак» веде історію виникнення своєї назви від геометричного тіла «те-

траєдр». У яких реальних об'єктах знайшов відображення абстрактний об'єкт «тетраєдр»? Чому?

9. Спробуйте словесно описати ваші вимоги до динамічної моделі автомобіля, на якій людина має навчитися водити реальний автомобіль, сидячи у кріслі водія, яке знаходиться в приміщенні.

VI. Підведення підсумків уроку

Учитель пропонує учням продовжити речення: «Сьогодні на уроці найбільшим відкриттям для мене було ...».

Завдання для рефлексії:

Чи зможете ви:

- пояснювати призначення моделі;
- наводити приклади різних типів моделей.

Чи сприяло почуте, побачене, виконане на уроці покращенню вашої здатності до спілкування?

VII. Домашнє завдання

Формується в контексті наявної в учнів навчальної літератури, використовуються запитання, подані в план-конспекті.

Отже, можна вважати перспективним підсилення уваги до проблеми моделювання як на уроках трудового навчання, так і на уроках інформатики і фізики. Моделювання може бути основним спрямуванням міжпредметних проектів, виконання яких безсумнівно позитивно впливатиме на формування як предметних, так і загально навчальних компетентностей.

* * *

Тарара А. М., Лапінський С. В. Современные требования к обучению учащихся техническому моделированию

Аннотация. Рассмотрены представления технического моделирования в обучении технологий как частный случай общенаучного метода моделирования. Предложено проводить изучение тем трудового обучения, связанных с моделированием, в форме интегрированных уроков трудового обучения, информатики и физики.

Ключевые слова: моделирование, трудовое обучение, информатика, физика, межпредметные связи.

* * *

Tarara A. M., Lapinskii S. V. Modern requirements for training of students of technical modeling

Annotation. Technical simulations in teaching technology served as a special case of the general scientific method of modeling. It is proposed carry out the study of the labor studies related to modeling in the form of integrated lessons of labor training, computer science and physics.

Keywords: modeling, job training, computer science, physics, interdisciplinary communication.

Література

1. Алан Шаллоуей, Джеймс Р. Тротт. Шаблоны проектирования. Новый подход к объектно-ориентированному анализу и проектированию. — М. : «Вильямс», 2002. — 288 с.
2. Водяна ракета [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.znayuak.org/yak-zrobiti-vodyanu-raketu-najprostishe/>.
3. Глобін О., Лапінський В. Моделювання як ефективний засіб реалізації міжпредметних зв'язків у профільному навчанні математики та інформатики / Математика в школі [Текст]. — К. : Педагогічна преса, 2010. — №7/8, — С. 6–10
4. Мадзігон В. М. Технології : підручник для загальноосвітніх навчальних закладів (рівень стандарту, академічний рівень) / авт. кол. В. М. Мадзігон, А. М. Тарара, В. В. Лапінський та ін. — К. : Педагогічна думка, 2011. — 172 с.
5. Тарара А. Технології розвитку творчих технічних здібностей учнів / А. Тарара // Молодь і ринок. — 2013. — №6. — С. 49–53 [Електронний ресурс]. — Режим доступу : http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mir_2013_6_9.