Коригування змісту навчальних курсів фізики вказує на потребу зміни їх структурування, доповнення елементами новітніх вагомих відкриттів і досягнень. Це вимагає корегування дидактичних принципів: науковості, наступності, послідовності, зростаючої складності, тощо; вилучення необгрунтованого дублювання змісту, елементів тавтологій, удосконалення структурно-логічних зв'язків між традиційними і новими елементами теоретичних викладок.

Список використаних джерел:

1. Волков В.В. Изв. АН СССР (серия физич.), 1986 – Т. 50. – С. 18-79.
2. Волков В.В. Ядерные реакции глубоконеупругих передач / В.В. Волков. – М.: Энергоиздат, 1982. – С. 11, 27, 29.
3. Нестеров В.О. Дослідження основних характеристик ядер і ядерно-ядерної взаємодії у модифікованому наближенні Томаса-Фермі: дис. … канд. фіз.-мат. наук: 01.04.06 / Нестеров Василь Олександрович. – К., 2007. – 118 с.
4. Подмосковные физики утяжелили таблицу Менделеева 117-м элементом // Новые известия. – М., 11.06.2010.
5. Садовий М.І. Окремі питання сучасної та традиційної фізики: [навч. посіб. для студ. пед. навч. закладів освіти] / М.І. Садовий, О.М. Трифонова. – Кіровоград: Вид-во ПП «Каліч О.Г.», 2007. – 138 с.
6. Трифонова О.М. Взаємозв'язки принципів науковості та наочності в умовах кредитно-модульної системи навчання квантової фізики студентів вищих навчальних закладів: дис. … канд. пед. наук: 13.00.02 / Трифонова Олена Михайлівна. – Кіровоград, 2009. – 216 с.
7. Yu. Ts. Oganessian et al. Results from the first $^{249}Cf+^{48}Ca$ experiment // JINR Communication: Препринт D7-2002-287. – ОИЯИ, Дубна: 2002.
8. Yu. Ts. Oganessian et al. Synthesis of the isotopes of elements 118 and 116 in the ^{249}Cf and $^{245}Cm+^{48}Ca$ fusion reactions // Physical Review C. – 2006. – Т. 74. – № 4. – С. 44, 602.

Comparing of modern development of science of physics status to the course of physics of higher educational establishments and school course of physics and existent methodical system of studies of physics grounds to draw a conclusion about their disparity. Therefore by us in the article the method of timely introduction is offered in the educational process of study of theoretical bases of the modern scientific openings in industry of natural sciences.

Key words: methods of scientific researches, method of studies, periodic table of D.I. Mendeleeva, synthesis of elements.

Отримано: 15.07.2010

УДК 378.016:519.876.5

Л. Ф. Троян

Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського

ВИКОРИСТАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ПІД ЧАС ПІДГОТОВКИ ВЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ

У статті розглядається використання математичних моделей, зокрема диференціальних рівнянь та їх систем, під час розв'язування фізичних задач у процесі підготовки майбутніх вчителів фізики. Застосування цих моделей можливе при встановленні міжпредметних зв'язків між фізикою, аналітичною геометрією, математичним аналізом, диференціальними рівняннями та інформатикою.

Ключові слова: математичні моделі, диференціальні рівняння, міжпредметні зв'язки.

Постановка проблеми. Однієї з проблем сучасної освіти є формалізація. Відомий російський математик В.І. Арнольд вважає, що характерними рисами формалізованого викладання математичних дисциплін є наявність значної кількості немотивованих означень і понять, незрозумілих доведень, відсутність креслень і рисунків, аналізу граничних випадків та меж застосування теорій, задач прикладного характеру. На його думку: «Вміння складати адекватні математичні моделі реальних ситуацій повинно становити невід'ємну частину математичної освіти. Успіх приносить не стільки використання готових рецептів, скільки математичний підхід до явищ реального світу» [10]. Тому, ми вважаємо, що одним з основних завдань під час викладання математичних дисциплін, зокрема «Диференціальних та інтегральних рівняння», студентам спеціальності «Педагогіка і методика середньої освіти. Фізика» є формування математичного кругозору й уявлень про універсальність математики, розуміння важливості основних положень математичних ідей. Студенти повинні отримати математичну підготовку, яка дозволить досліджувати широке коло спеціальних проблем використовуючи математичні методи, теоретичні знання з математики.

Аналіз актуальних досліджень. Теоретичними основами математичного моделювання займалися В.І. Арнольд, О.А. Ляпунов, Б.Я. Совєтов, О.А. Самарський, А.Д. Мишкіс, Р. Пайєрлс. В своїх роботах вони дають означення моделі, математичної моделі, математичного моделювання, проводять класифікацію математичних моделей.

У підручнику [4], навчальних посібниках [1], [6], [8], [3] наведені розв'язки задач із використанням диференціальних рівнянь та їх систем. В останніх двох посібниках запропоновані алгоритми розв'язання фізичних задач за допомогою математичних моделей. Проблемі встановлення взаємозв'язку між математичними та фізичними поняттями при вивченні математичних дисциплін у ВНЗ приділена увага в дисертаційній роботі С.М. Рибак [5].

Мета статті: визначення можливостей реалізації прикладної спрямованості математичної дисципліни «Диференціальні та інтегральні рівняння» через розв'язування задач фізичного змісту в процесі фахової підготовки майбутніх учителів фізики.

Виклад основного матеріалу. Проаналізувавши означення математичної моделі за О.А. Ляпуновим, Б.Я. Совєтовим та С.О. Яковлевим, О.А. Самарським та О.П. Михайловим, А.Д. Мишкісом, ми прийшли до висновку, що математична модель – це математичний об'єкт (рівняння, нерівності, співвідношення тощо), який дещо замінює об'єкт-оригінал (явище, процес, об'єкт), описуючи в математичній формі його основні властивості, закони, яким він підкоряється, зв'язки, притаманні його складовим частинам тощо. Тоді під математичним моделюванням фізичних процесів будемо розуміти опосередковане теоретичне дослідження фізичного явища, процесу тощо, при якому вивчається відповідна математична модель, наступне її експериментальне або розумове дослідження, вивчення галузей її застосування, а також проведення експериментів за допомогою математичних методів. Головна мета моделювання – дослідити реальний об'єкт і передбачити результати майбутніх спостережень. За допомогою моделювання можна пізнати навколишній світ, завдяки чому можна навчитись керувати ним.

Математичним моделям притаманна універсальність, адже різні реальні явища можна описати однією і тією ж математичною моделлю, а зміст математичних понять не залежить від галузі їх застосування: «Математика – це мистецтво називати різні речі одними й тими ж іменами», – А. Пуанкаре [11]. Одні математичні поняття можуть використовуватись для формулювання різних фізичних понять, законів, для встановлення залежностей між основними величинами фізики (*таблиця 1*). Отже, математичні символи абсолютно нейтральні щодо реального об'єкта.

Таблиця 1.

Зв'язок між поняттям похідної функції та деякими фізичними поняттями

За допомогою поняття похідної функції від однієї змінної	
Фізичні основи механіки	*вводять поняття:* – швидкості $\vec{\upsilon} = \frac{d\vec{s}}{dt}$, прискорення $\vec{a} = \frac{d\vec{\upsilon}}{dt}$ при прямолінійному русі ($d\vec{s}$ – вектор переміщення); – швидкості $\vec{\omega} = \frac{d\vec{\phi}}{dt}$, прискорення $\vec{\beta} = \frac{d\vec{\omega}}{dt}$ при обертальному русі твердого тіла ($d\vec{\phi}$ – вектор кутового зміщення); – миттєвої потужності $d\vec{\phi}$ (A – робота тіла); *формулюють закони:* – II закон Ньютона: $\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$ (зміна імпульсу тіла пропорційна прикладеній до нього сили і відбувається в напрямку дії сили); – закон динаміки обертального руху твердого тіла навколо нерухомої точки: $\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$ (швидкість зміни моменту імпульсу тіла, яке обертається навколо довільної нерухомої точки, дорівнює сумі моментів сил навколо цієї нерухомої точки); – основне рівняння динаміки поступального руху тіла змінної маси – рівняння І.В. Мещерського: $m\frac{d\vec{\upsilon}}{dt} = \vec{F} - \vec{u}\frac{dm}{dt}$ (m – початкова маса тіла із змінною масою; $\vec{\upsilon}$ – швидкість руху тіла; $\vec{u}$ – швидкість частин тіла, що вдокремлюються; $\vec{F}$ – сила, що діє на тіло)
Електрика і електромагнетизм	*вводять поняття:* – сила струму $i = \frac{dq}{dt}$ (dq – заряд); – ЕРС електромагнітної індукції $\varepsilon_i = -\frac{d\Phi}{dt}$ ($d\Phi$ – зміна магнітного потоку через контур кола); – ЕРС самоіндукції $\varepsilon_{ci} = -L\frac{dI}{dt}$ (dI – зміна сили струму, L – індуктивність котушки)
Ядерна фізика	*вводять поняття:* – активність радіоактивного препарату $A = \frac{dN}{dt}$ (dN – число розпадів ядер за час dt)

Встановивши аналогії між різноманітними мало пов'язаними між собою явищами та об'єктами реального світу, їх можна описати однією математичною структурою. Наприклад, використовуючи лінійне однорідне диференціальне рівняння другого порядку зі сталими коефіцієнтами

$$a_2 y'' + a_1 y' + a_0 y = 0\,, \tag{1}$$

можна описати в механіці затухаючі коливальні процеси пружинного маятника

$$mx'' + rx' + kx = 0\,,^{1} \tag{2}$$

а в електриці затухаючі електричні коливання в контурі

$$Lq'' + Rq' + \frac{1}{C}q = 0\,.^{2} \tag{3}$$

Незалежно від фізичного змісту величин розв'язок рівнянь (2) і (3) буде мати один і той самий математичний вигляд $y = A(t)\sin(\omega t + \phi)$. Рівняння (1) описує коливальні процеси не тільки пружинного маятника і сили струму в коливальному контурі, але й коливальні процеси, які можуть мати іншу природу: коливання математичного та фізичного маятника; затухаючі коливання рівня рідини в *U*-подібній посудині; коливання сталевої струни, затисненої з обох кінців, під дією сили пружності тощо. Наведені приклади фізичних систем є математично подібними: фізичні закони цих систем різні, а математична форма їх вираження однакова. Таким чином, математичні правила, закони можна використовувати для розв'язання будь-якої математичної задачі, незалежно від фізичного змісту величин.

Головними дидактичними функціями математичного моделювання є: пізнавальна функція (методичною ціллю цієї функції є формування пізнавального образу об'єкта, що вивчається), функція управління діяльністю студентів (математичне моделювання предметне, тому полегшує орієнтаційні, контролюючі та комунікаційні дії), інтерпритаційна функція. Можна також виділити естетичну функцію та функції, що забезпечують цілеспрямовану увагу студентів, сприяють запам'ятовуванню та повторенню ними навчального матеріалу тощо [7, 19]. Як показує досвід, математичне моделювання сприяє встановленню міжпредметних зв'язків, а тому виконує таку саму методологічну, конструктивну та формувальну функції, як і міжпредметні зв'язки [9].

Математичне моделювання фізичних процесів, як метод пізнання, включає три етапи. Ознайомившись із запропонованими алгоритмами розв'язування фізичних задач за допомогою математичних моделей в посібниках [3], [8], ми склали більш детальний розширений алгоритм.

1 етап – побудова моделі розглядуваних фізичних процесів, явищ. Для побудови такої моделі студенти повинні:

– визначати, які фізичні величини змінюються в даному явищі;
– виявити між ними основні зв'язки (фізичні закони, рівняння);
– за необхідністю:

а) висунути гіпотезу, щодо розвитку описуваного процесу в задачі;

б) виконати певне наближення розглядуваних явищ, процесів, об'єктів, до таких, що раніше вивчалися (наприклад, можна використовувати модель ідеального газу для описання досить розріджених газів);

в) спростити явище (процес), відкинувши деталі (наприклад: використати модель ідеального газу замість неідеального; знехтувати тертям при коливаннях пружинного маятника; замінити реальний об'єкт на ідеальний об'єкт – матеріальну точку);

г) встановити аналогію між розглядуваним явищем та явищем, що вивчалося раніше, врахувавши деякі особливості (наприклад, встановити аналогію між процесами, що відбуваються в механічному та електричному коливальному контурі);

– виконати «покадровку» процесу, описуваного в задачі, – побудувати графіки або виконати кілька різних рисунків, що відтворюють зміни системи із часом. Такі «миттєві кадри» процесу в даний момент часу допомагають створити математичну модель та відновити перебіг процесу при розв'язуванні цієї моделі.

2 етап – формалізації – створення відповідної математичної моделі. На цьому етапі відбувається перехід від реальної фізичної до формальної математичної моделі. Студенти повинні:

– проаналізувати повноту вхідних даних;
– встановити взаємозв'язок між фізичними та математичними поняттями;
– вибрати незалежну змінну і функцію залежну від цієї шуканої змінної;
– виразити всі величини, що з'являються в умові задачі через незалежну змінну, шукану функцію, похідні, інтеграли цієї функції тощо;
– виразити математичними символами зв'язки між фізичними величинами, виходячи з умови задачі і фізичних законів, яким підкоряються дані явища.

Як результат, буде побудована математична модель (алгебричні, диференціальні, інтегральні, інтегрально-диференціальні рівняння та їх системи).

[1] m – маса тіла, k – коефіцієнт жорсткості пружини, r – коефіцієнт опору, x – координата тіла, що коливається.

[2] L – індуктивність котушки, C – ємність конденсатора, R – активний опір, q – заряд конденсатора.

3 етап – розв'язування математичної моделі. Студентам необхідно:

– вибрати найраціональніший метод, спосіб, прийом для розв'язування поставленої математичної задачі;
– знайти загальний розв'язок математичної моделі;
– за наявності початкових умов визначити частинний розв'язок, знайти конкретну інтегральну криву, яка описує цей процес.

4 етап – інтерпретація. На цьому етапі проводять аналіз отриманих результатів і перенесення їх на дійсний об'єкт вивчення. Для цього студенти повинні:

– повернутися до вихідної ситуації та виявити відповідність одержаних результатів і розглядуваного фізичного явища, перевірити чи висунуті гіпотези та припущення істинно відображають перебіг фізичного процесу;
– перейти від загальних тверджень до частинних;
– оцінити як зміни вхідних даних впливають на розв'язок задачі;
– визначити межі застосування отриманого розв'язку (наприклад, модель гармонійного осцилятора можна застосовувати для вивчення процесів на обмежених проміжках часу або при малих коливаннях);
– оцінити значення даних фізичних факторів для практичної діяльності;
– у разі необхідності провести чисельні розрахунки, відобразити модель в електронному вигляді.

Інколи об'єкти, різні стани явищ або процесів, що вивчають, можна описати аналітичною залежністю між деякими параметрами та їх похідними або диференціалами. Такі залежності будемо називати диференціальними моделями процесу або явища.

Наведемо приклад використання диференціальної моделі під час розв'язування задачі фізичного змісту.

Задача. Потяг вагою *P* рухається прямолінійно (горизонтально) під дією сталої сили тяги *F*. Сила опору *W* при русі задається як лінійна функція від швидкості потяга. Визначити закон руху, якщо в початковий момент потяг не рухався.

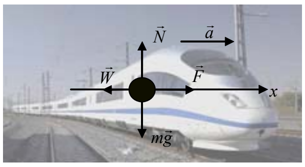
Розв'язування цієї задачі будемо проводити в чотири етапи, що описані вище. Отже, на першому етапі будуємо фізичну модель задачі, а на другому – математичну. Побудовані моделі зручно подавати у вигляді таблиці (див. *табл. 2*)

Таблиця 2.

Диференціальні моделі для розв'язування задач фізичного змісту

Фізична модель	*Математична модель*
Закон руху – це залежність між будь-якими положеннями точки, що рухається, і часом.	*координатний спосіб*: $x = f(t)$
Переміщення – вектор, проведений з початкового положення тіла в його положення в даний момент часу.	$\vec{s}$
Швидкість – просторово-часова міра механічного руху, що відображає зміну положення точки в даний момент у певній системі відліку.	*у векторній формі*: $\vec{\upsilon} = \dfrac{d\vec{s}}{dt}$ ($d\vec{s}$ – зміна вектора переміщення за час інтервал часу *dt*) *проекція на вісь Ox* (*рис. 1*): $\upsilon = \dfrac{dx}{dt}$ (1) (*dx* – зміна координати тіла за інтервал часу *dt*)
Прискорення – це просторово-часова міра механічного руху, яка характеризує зміну швидкості точки в даний момент часу в даній системі відліку	*у векторній формі*: $\vec{a} = \dfrac{d\vec{\upsilon}}{dt}$ ($d\vec{v}$ – вектор переміщення) *проекція на вісь Ox* (*рис. 1*): $a = \dfrac{d\upsilon}{dt} = \dfrac{d^2x}{dt^2}$ (2)
Прискорення вільного падіння – прискорення з яким рухаються тіло, що падає (піднімається) вертикально вниз (вгору) поблизу поверхні землі. Направлено вертикально вниз.	$g \approx 9{,}8\ м/c^2$

Продовження таблиці 2.

Маса – міра інертності тіла.	*m*
Сила всесвітнього тяжіння – сила взаємодії між тілом і Землею.	$\vec{F} = m\vec{g}$
Вага тіла – сила, з якою тіло, унаслідок його тяжіння до Землі, давить на опору або розтягує підвіс. Вага тіла, що перебуває у спокої або рухається з постійною швидкістю по горизонтальній площині, рівна діючій на це тіло силі тяжіння.	$\vec{P} = m\vec{g}$ (3)
Сила нормальної реакції опори – сила пружності, що діє на тіло з боку опори. Направлена перпендикулярно до поверхні.	$\vec{N}$
Сила опору направлена протилежно швидкості тіла. Згідно умови задачі, сила опору задається як лінійна функція від швидкості.	$W = -k\upsilon + b$ (4)
Спрощення: будемо вважати, що потяг є матеріальною точкою. *Матеріальна точка* – тіло, розмірами і формою якого можна знехтувати.	
II закон Ньютона: прискорення $\vec{a}$, якого набуває матеріальна точка в інерціальній системі відліку, прямо пропорційне діючій на неї рівнодійної усіх сил $\vec{F}$ і обернено пропорційне її масі *m*.  *Рис. 1*	$\vec{a} = \dfrac{\vec{F}}{m}$ або $\vec{F} = m\vec{a}$ *у векторній формі*: $\vec{F} + \vec{W} + m\vec{g} + \vec{N} = m\vec{a}$ *в проекції на вісь Ox:* $F - W = ma \overset{(1)-(4)}{\Longrightarrow}$ $F + k\dfrac{dx}{dt} - b = \dfrac{P}{g}\dfrac{d^2x}{dt^2} \Rightarrow$ $\dfrac{P}{g}\dfrac{d^2x}{dt^2} - k\dfrac{dx}{dt} = F + b$ (5) – математична модель фізичної задачі

На третьому етапі знаходимо розв'язок отриманої математичної моделі (5). Як бачимо, рівняння (5) є лінійним неоднорідним диференціальним рівнянням (ЛНДР) другого порядку. Загальний розв'язок лінійного однорідного диференціального рівняння $\dfrac{P}{g}\dfrac{d^2x}{dt^2} - k\dfrac{dx}{dt} = 0$: $x_{з.о.} = C_1 + C_2 e^{\frac{gk}{P}t}$.

Частинний розв'язок ЛНДР знаходимо, використавши метод невизначених коефіцієнтів: $x_{ч.н.} = -\dfrac{F-b}{k}t$. Загальний розв'язок ЛНДР:

$$x_{з.н.} = x_{з.о.} + x_{ч.н.} = C_1 + C_2 e^{\frac{gk}{P}t} - \frac{F-b}{k}t\,. \qquad (6)$$

Із сімейства інтегральних кривих, виділимо ту, яка описує рух потяга. Згідно умови задачі, в початковий момент ($t = 0$) потяг знаходився в стані спокою, тобто швидкість $\upsilon(0) = 0$. Будемо вважати, що початкова координата теж рівна нулю: $x(0) = 0$. Тоді врахувавши формулу (1), з рівняння (6), отримаємо:

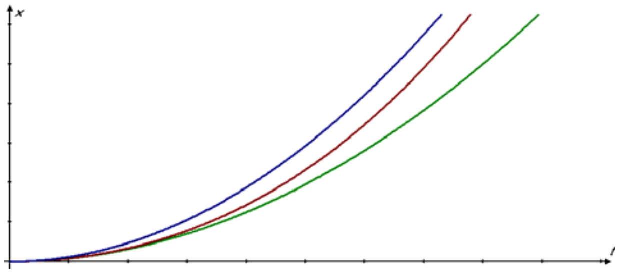
$$\begin{cases} x(0) = C_1 + C_2 = 0, \\ \upsilon(0) = x'(0) = \left.\left(\dfrac{gk}{P}C_2 e^{\frac{gk}{P}t} - \dfrac{F-b}{k}\right)\right|_{t=0} = 0. \end{cases}$$

Звідси $C_1 = -C_2 = -\dfrac{P(F-b)}{gk^2}$. Рівняння (6), набуває вигляду:

$$x = -\frac{F-b}{k}t + \frac{P(F-b)}{gk^2}\left(e^{\frac{gk}{P}t} - 1\right). \qquad (7)$$

Отримали закон руху потяга.

Змінюючи значення вхідних даних *P, F, b, k*, отримаємо різні інтегральні криві (*рис. 2*).



№	P	F	b	k	Закон руху
1 (зелена крива)	$15\times 10^6\,H$	$15\times 10^6\,H$	$3\times 10^6\,H$	$10^2\,кг/с$	$x=-15\cdot 10^4 t+225\cdot 10^7\times\left(e^{t/15000}-1\right)$
2 (червона крива)	$15\times 10^6\,H$	$15\times 10^6\,H$	$3\times 10^6\,H$	$3\times 10^4\,кг/с$	$x=-5\cdot 10^2 t+25\cdot 10^3\times\left(e^{t/50}-1\right)$
3 (синя крива)	$10\times 10^6\,H$	$15\times 10^6\,H$	$3\times 10^6\,H$	$10^2\,кг/с$	$x=-15\cdot 10^4 t+15\cdot 10^8\times\left(e^{t/10000}-1\right)$

Рис. 2

На етапі інтерпретації проведемо аналіз отриманого розв'язку. З отриманого закону руху потягу (7) та *рисунку 2* видно, що потяг рухається тим швидше, чим менша його вага і чим більший коефіцієнт пропорційності *k*, за умови, що інші параметри залишаються незмінними.

Задачі такого типу ми пропонуємо розв'язати студентам на практичному занятті «Застосування диференціальних рівнянь до розв'язування інженерно-технічних задач». На вивчення цієї теми відводиться досить мало часу, тому ми вважаємо, що доцільно на початку практичного (лекційного) заняття провести презентацію у вигляді слайд-шоу розв'язаних задач на використання диференціальних моделей з детальним поясненням. Як зразок, ми розмістили проект-презентацію, розроблену автором статті, на сайті кафедри математики та інформатики ВДПУ імені Михайла Коцюбинського[1]. Опираючись на досвід кандидата фізико-математичних наук, доцента М.М. Ковтонюк, щодо використання математичних моделей в навчальному процесі під час підготовки майбутніх учителів математики, ми пропонуємо студентам виконати домашню самостійну роботу на тему «Математичні моделі у фізиці». Перед кожним студентом академічної групи ставимо завдання: підібрати дві-три задачі з різних розділів фізики, які можна розв'язати використовуючи диференціальні рівняння або їх системи; провести математичне моделювання кожної задачі в чотири етапи, що описані вище; оформити (за бажанням) проект у вигляді слайд-шоу (*рис. 3*) або html-сторінок (*рис. 4*) з використанням анімацій. Зазначимо, що багато студентів виявили зацікавленість у створенні проектів-презентацій. Їх роботи виявились цікавими, розв'язки задач детально пояснені. Після оформлення домашньої самостійної роботи студенти її захищають.

Для створення проектів-презентацій, студентам необхідно пригадати основні теоретичні відомості з різних розділів загальної фізики, аналітичної геометрії (зокрема, «Вектори та дії над ними»), математичного аналізу, диференціальних рівнянь, інформатики. Це сприятиме встановленню міжпредметних зв'язків між названими дисциплінами, повторенню та закріпленню отриманих раніше знань з цих дисциплін, формуванню цілісної картини світу. Отже, завдяки проведенню таких самостійних робіт та використання презентацій у вигляді слайд-шоу на практичних заняттях, вдається показати необхідність теоретичних знань з математичних дисциплін і практичних навиків розв'язання диференціальних рівнянь та їх систем при вивченні різних розділів фізики.

Рис. 3. *Слайд № 5 з проекта-презентації*

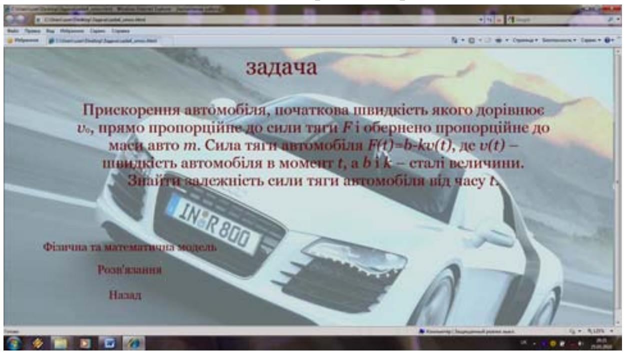


Рис. 4. *Html-сторінка з проекта-презентації*

Після вивчення останніх розділів курсу «Диференціальні та інтегральні рівняння», була проведена контрольна робота, яка містила завдання на використання диференціальних рівнянь або їх систем під час розв'язування фізичних задач. Контрольна робота була проведена серед студентів групи 3Афі (2009 р.), які не виконували домашню самостійну роботу на тему «Математичні моделі у фізиці», та серед студентів групи 3фі (2010 р.), які виконали цю роботу. Результати контрольної роботи показали, що із завданням на використання диференціальних моделей справились краще студенти, які виконували домашню самостійну роботу (*таблиця 3*). Проаналізувавши їхні розв'язки задач, можна зробити висновок, що вони мають чітке уявлення про процес математичного моделювання, вибирають правильний напрямок розв'язання задачі, можуть встановлювати взаємозв'язок між фізичними та математичними поняттями.

Таблиця 3

Результати контрольної роботи

	Кількість студентів в групі	Кількість студентів, які правильно побудували фізичну модель	Кількість студентів, які правильно побудували математичну модель	Кількість студентів, які правильно розв'язали задачу
3Афі (2009 р.)	20	12 (60%)	7 (35%)	4 (16%)
3фі (2010 р.)	35	22 (62,85%)	16 (45,7%)	8 (22,85%)

Висновок. Під час математичного моделювання розглядаються міжпредметні зв'язки між фізикою та математичними дисциплінами, що сприяє повторенню та закріпленню, отриманих раніше знань з цих дисциплін. Математичне моделювання допомагає показати життєву необхідність знань; сприяє формуванню практичних умінь і навичок, необхідних у професійній діяльності; ефективному формуванню наукових понять; свідомому засвоєнню теорії; формуванню цілісної картини світу.

Список використаних джерел:

1. Амелькин В.В. Математические модели и дифференциальные уравнения / В.В. Амелькин, А.П. Садовский. – Мн. : Выш. школа, 1982. – 271 с.
2. Воловик П.М. Фізика : для ун-тів / П.М. Воловик. – К.; Ірпінь : Перун, 2005. – 864 с.

[1] http://vinmatcaf.com/forum/viewforum.php?f=30.

3. Задачник по курсу математического анализа / Под ред. Н.Я. Виленкина. – М. : Просвещение, 1971. – 336 с.
4. Кривошея С.А. Диференціальні та інтегральні рівняння : [підручник] / С.А. Кривошея, М.О. Перестюк, В.М. Бурим. – К. : Либідь, 2004. – 408 с.
5. Рибак С.М. Міжпредметні зв'язки природничо-математичних і спеціальних дисциплін у підготовці вчителя фізики : дис. … канд. пед. наук : 13.00.04 / Світлана Михайлівна Рибак. – Вінниця, 2006. – 246 с.
6. Самойленко А.М. Дифференциальные уравнения: примеры и задачи : [учеб. пособие] / А.М. Самойленко, С.А. Кривошея, Н.А. Перестюк. [2-е изд., перераб.]. – К. : Высш. шк., 1989. – 383 с.
7. Терешин Н.А. Прикладная направленность школьного курса математики : [кн. для учителя] / Н.А. Терешин. – М. : Просвещение, 1990. – 96 с.
8. Томусяк А.А. Диференціальні рівняння : посібник [для студентів фізико-математичних факультетів педагогічних університетів] / А.А. Томусяк, М.М. Ковтонюк. – Вінниця : ВДПУ, 2009. – 248 с.
9. Троян Л.Ф. Деякі теоретичні аспекти реалізації міжпредметних зв'язків у навчально-виховному процесі / Л.Ф. Троян // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців : методологія, теорія, досвід, проблеми : зб. наук. пр. – Вип. 24 / Редкол.: І.А. Зязюн (голова) та ін. – Київ-Вінниця : ТОВ фірма «Планер», 2010. – С. 526-531.
10. Арнольд В.И. «Жесткие» и «мягкие» математические модели / Владимир Игоревич Арнольд. – Режим доступу до статті: http://www.pseudology.org/state/katastropha_models.htm#note1.
11. http://www.aphorisme.ru/by-themes/matematika/?q=390.

The article deals with the use of mathematical models, differential equations and their systems in particular, in the solving of physical problems in the process of training future teachers of physics. These models can be used in the establishing of intersubject relations of physics, analytical geometry, mathematical analysis, differential equations and computer science.

Key words: mathematical models, differential equations, intersubject relations.

Отримано: 27.09.2010

УДК 37.374

І. С. Чернецький

Кам'янець-Подільський національний університет ім. Івана Огієнка

ВІДКРИТА ПРИРОДНИЧА ДЕМОНСТРАЦІЯ ЯК ПРИКЛАД РОЗВИТКУ ОСВІТНЬОГО СЕРЕДОВИЩА В КОНТЕКСТІ ЙОГО ФРАКТАЛЬНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ

Стаття присвячена розвитку демонстраційної олімпіади як складової освітнього середовища позакласних досліджень учнів з фізики та астрономії в контексті фрактальних властивостей освітнього середовища.

Ключові слова: освітнє середовище, відкрита природнича демонстрація.

Понятійний апарат:

Фракта́л (лат. *fractus* – подрібнений, дробовий) – нерегулярна, самоподібна структура. В широкому розумінні фрактал означає фігуру, малі частини якої в довільному збільшенні є подібними до неї самої. Термін фрактал було введено в 1975 році Бенуа Мандельбротом [12].

Навчальне середовище – це штучно побудована система, структура і складові якої створюють необхідні умови для досягнення цілей навчально-виховного процесу [4, с.6].

Освітнє середовище – сукупність об'єктивних зовнішніх умов, факторів, соціальних об'єктів, необхідних для успішного функціонування освіти. Це система впливів і умов формування особистості, а також можливостей для її розвитку, які містяться в соціальному і просторово-предметному оточенні [12].

Освітній простір – педагогічний феномен зустрічі та взаємодії людини з оточуючими її елементами-носіями культури (освітнім середовищем), у результаті чого відбувається їх осмислення та пізнання [7].

Проектування сучасного освітнього середовища з огляду на ієрархічно-системне сприймання глобального й локального інформаційних просторів, неодмінні видові й процесуальні трансформації в них має здійснюватися на основі постійного відстеження й врахування станів, спричинених взаємопроникненням просторів, миттєвого реагування на зміни, які відбуваються в кожному із них.

Зміст фрактальних властивостей полягає в тому, що глобальне і локальне освітні середовища в контексті відкритості їх систем в структурі ієрархічної системи, трактуються одночасно і як передумова, і як наслідок процесів розвитку глобального інформаційного й глобального освітнього просторів. Відповідно продукування підходів до створення та функціонування освітніх середовищ в ієрархічних зв'язках глобального й локального має характеризуватися наявністю метаморфозів, спричинених фрактальним розвитком. Сутнісні засади фрактального розвитку можна представити з урахуванням того, що глобальний інформаційний простір, глобальний освітній простір, глобальне освітнє середовище, локальне освітнє середовище розглядаються як відкриті самостійні підсистеми ієрархічно впорядкованої системи. Відповідно фрактальний розвиток системи в цілому та її структурних складових зокрема можна представити в такому контексті: глобальне освітнє середовище, будучи системою, котра створена для забезпечення циледосягнення навчання, набуває структурування відповідно до функціонування глобального інформаційного й глобального освітнього просторів; механізм осучаснення локального освітнього середовища відбуваються з урахуванням процесів, що є характерними для внутрішніх конструкційних змін у глобальному освітньому середовищі, глобальному інформаційному й глобальному освітньому просторах. При цьому зберігається система цілісність кожної із структурних підсистем ієрархічно впорядкованої системи. Варто наголосити на тому, що зміни, які фіксуються в глобальному інформаційному й глобальному освітньому просторах, спричиняють нове бачення змістово-процесуальних аспектів формування локального освітнього середовища. Визначальним критерієм забезпечення процесуальності його функціонування є відбір методів, реалізація яких спрямована на створення оптимальних умов для особистісного розвитку кожного із учасників освітнього процесу.

Враховуючи той факт, що учень, як суб'єкт навчально-виховного процесу, одночасно перебуває під впливом декількох взаємопроникаючих і взаємозбагачуючих локальних (локального освітнього середовища навчального закладу, локального освітнього середовища позашкільного закладу, середовища сім'ї чи родини) та мікролокальних (середовища навчальних предметів, середовища певного виду продуктивної діяльності тощо) освітніх середовищ, проектування їх функціонування має здійснюватися з метою відтворення педагогічних та соціальних чинників, що забезпечують результативно позитивний вплив на особистісний розвиток кожного із учасників освітнього процесу.

Як зазначає В.Ю Биков, «...освітньо-просторову складову навчального утворюють (до глобального освітнього простору входять) навчально-виховні та інформаційно-технологічні структури суспільства, які входять до складу системи освіти і з якими учні можуть суттєво з педагогічної точки зору взаємодіяти поза межами даного навчального закладу (наприклад, структури позашкільних закладів освіти, заклади інтернатного типу, спортивні школи і структури олімпіадного руху, спортивні табори і табори відпочинку, які входять до системи освіти), а також навчально-виховні, соціально-економічні і інформаційно-технологічні

