

електронного гуртка. Використання приставки в лабораторних роботах фізичного практикуму дозволяє вчителю ставити кожну з них в різних варіантах.

Список використаних джерел

1. *Бугайов О.І., Горбуницова Л.Г., Савченко В.І.* Квантова фізика. – К.: Рад. школа, 1988р. – 88 с.
2. *Тищук В.І., Савченко В.І.* Автоматизована установка реєстрації іонізуючих випромінювань. В зб.: Розвиток технічної і прикладної творчості молоді та фізико-технічного експерименту. /Тези доповідей і повідомлень. Частина II. – Рівне: РДП, 1993 р. – 174 с.
3. *Бугайов О.І.* Вивчення атомної та ядерної фізики в школі. Посібник для вчителів. – К.: Рад. шк., 1982. – 158 с.
4. *Тищук В.І.* Відображення наукового експериментального методу в шкільному фізичному експерименті //В зб.: Теорія та методика вивчення природничо-математичних і технічних дисциплін. Зб. науково-методичних праць РДГУ. Випуск 1. – Рівне: РДГУ, 1999. – С. 15-24.
5. *Кабардин О.Ф., Кабардина С.И.* Школьный радиометр //В кн.: Приборы по физике и астрономии: Сб. статей. – М.: Просвещение, 1968. – С. 116-129.

УДК 378.02:372.8

Розумовська О.Б.

(Кам'янець-Подільський державний педагогічний університет)

ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРА ЯК МОДЕЛЮЮЧОЇ СИСТЕМИ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ ВИЩОЇ ШКОЛИ

Відображається питання моделювання як засобу активізації пізнавальної діяльності студентів вищої школи. Основний зміст складає розгляд можливостей використання програмних засобів (на прикладі MathCAD_2001) для дослідження та аналізу моделей різних процесів.

The article deals with the problem of modeling as a means of activation of higher school cognitive activity. It is mostly dedicated to the presentation of the possibilities to use program software (on the example of MathCAD_2001) for research and analysis of the models of different processes.

До важливих тенденцій розвитку вищої школи відноситься поглиблення фундаменталізації освіти, яке повинно забезпечити методологічний, загальнонауковий та професійний розвиток студентів ті внести дослідницький характер в різні види навчальних занять. Умови навчання мають сприяти розвитку мислення студентів, орієнтувати їх на пошук очевидних чи неочевидних системних зв'язків та закономірностей. І в цих умовах комп'ютер є потужним засобом допомоги в розумінні багатьох явищ та процесів. Об'єкти пізнання наочні тоді, коли вони або безпосередньо спостерігаються і є досить прості та звичні, або коли на основі вивчення їх суттєвих властивостей та взаємодії з іншими об'єктами можна побудувати модель дослідження.

Розділ III

Моделювання виступає важливим засобом навчальної діяльності студентів, оскільки завдячуючи різноманітності його форм — від предметного моделювання, який відтворює реальний фрагмент дійсності, що вивчається та перетворюється в процесі цього навчання, до знакового моделювання, що розкриває пізнавальний потенціал представленого з його допомогою понятійного змісту, — відкривається можливість глибокого засвоєння різного навчального матеріалу.

Комп'ютерне моделювання суттєво долає традиційний розрив між абстракціями математичних формул та тим багатим конкретним змістом, який стоїть за ними, і заради якого вони створюються та вивчаються. Комп'ютер створює студенту необхідні умови для більшого розуміння наукових принципів та серйозного дослідження складних систем, які стали об'єктами математичного моделювання. Дійсно, якщо зусилля студента сконцентровані на постановці та розв'язку задачі, сукупність даних якої опрацьовується ЕОМ, йому потрібно небагато зусиль для того, щоб свідомо задаючи необхідні перетворення умови задачі, отримувати інші можливі розв'язки при зміні вхідних параметрів. Множина варіантів цих розв'язків створює можливість свідомого інтелектуального занурення в предметний зміст даної задачі.

Основний зміст моделювання полягає в тому, щоб за результатами дослідів з моделями можна дістати потрібну відповідь на запитання про характер впливу внутрішніх параметрів та інших величин, які пов'язані з досліджуванним об'єктом.

Сучасні програмні засоби дозволяють досить ефективно здійснювати опис потрібної моделі з врахуванням вимог даного продукту, отримувати аналітичні та графічні результати дослідження моделі за досить короткий час. Тому студенти, що використовують можливості комп'ютерної техніки, більше уваги приділяють не технічній частині роботи, а саме аналізу отриманих результатів та висновків з них. Така діяльність підвищує рівень розуміння навчального матеріалу.

Розглянемо дослідження моделі взаємодії популяцій з використанням програмного засобу MathCAD_2001.

Постановка задачі:

Побудувати графіки розв'язку і фазові портрети динамічної системи, яка моделює взаємодію популяцій для заданих значень параметрів: $a, b, c, d, \alpha, x_0, y_{01}, y_{02}$:

$$\begin{aligned}y_1' &= (a - by_2)y_1 - \alpha y_1^2 \\ y_2' &= (-c + dy_1)y_2 - \alpha y_2^2\end{aligned}$$

Дослідити вплив параметрів a, b, c, d на поведінку системи. Для цього необхідно послідовно змінити кожен із вказаних параметрів на 10%, побудувати графіки при кожній такій зміні та провести аналіз впливу параметра на систему.

Позначення: y_1 — популяція жертв, y_2 — популяція хижаків, які вимірюються в 1000 одиниць; a — швидкість розмноження жертв без хижаків; b — коефіцієнт втрати жертв від одного хижака; c — швидкість зміни кількості хижаків при відсутності жертв; d — кількість хижаків, для існування яких необхідна одна жертва; α — загибель хижаків через катаклізми; x_0 — початковий час; y_{01} — початкові умови жертв; y_{02} — початкові умови хижаків; $(a - by_2)$ — приріст кількості жертв; $(-c + dy_1)$ — приріст кількості хижаків.

Часткові методики дисциплін ...

Дослідити систему з такими значеннями параметрів:

$a=5$	$b=4$	$c=2$	$d=1$	$\alpha=0,17$	$x_0=0$	$y_{01}=2,5$	$y_{02}=1,2$
-------	-------	-------	-------	---------------	---------	--------------	--------------

Спочатку вводимо всі задані параметри, використовуючи функцію MathCAD_2001 *ORIGIN*. Далі задаємо початкові значення кількості жертв та хижаків:

$$y = \begin{bmatrix} 2.5 \\ 1.2 \end{bmatrix}.$$

Записуємо систему диференційних рівнянь:

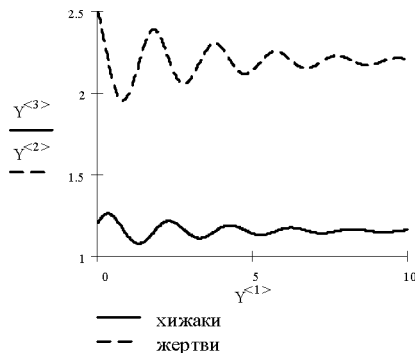
$$f(x, y) = \begin{bmatrix} (a - b \cdot y_2) \cdot y_1 - \alpha \cdot (y_1)^2 \\ (-c + d \cdot y_1) \cdot y_2 - \alpha \cdot (y_2)^2 \end{bmatrix}.$$

За допомогою функції *rkfixed* отримуємо матрицю із відповідними розв'язками: значеннями часу, кількістю жертв та хижаків у кожній експериментальній точці. Для цього задаємо такі параметри: $Y=rkfixed(y, 0, 10, 400, f)$. Маємо матрицю:

$Y=$		1	2	3
	199	4.95	2.129	1.144
	200	4.975	2.133	1.142
	201	5	2.136	1.141
	202	5.025	2.141	1.139
	203	5.05	2.145	1.138

Тепер побудуємо графіки розв'язку та фазові портрети системи. Подивимось як змінюється система з часом, як змінюється кількість хижаків та жертв.

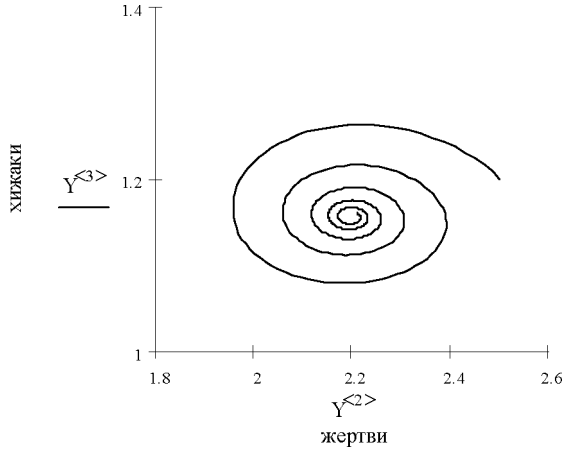
Для отримання відповідних графіків використаємо панель інструментів "Графік". Спочатку виберемо тип залежності та вид графіка, а потім отримаємо відповідне зображення.



Розділ III

Як видно з графіка, розв'язки подаються у вигляді згасаючих коливань. При збільшенні хижаків починає зменшуватись кількість жертв, коли жертв стає надто мало – починає зменшуватись кількість хижаків і, відповідно, збільшується кількість жертв. Коли жертв стає необхідна кількість, починають збільшуватись хижаки. При збільшенні кількості хижаків весь процес повторюється знову. Отже, при будь-якому початковому стані через деякий час стан системи стає близьким до стаціонарного і прямує до нього при $t \rightarrow \infty$.

Тепер побудуємо фазовий портрет системи та проаналізуємо як залежать хижаки та жертви один від одного.



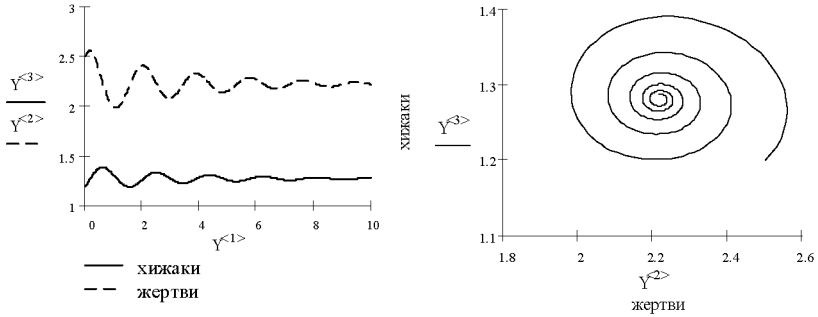
В цьому випадку стаціонарна точка є і стійким фокусом. Ще раз бачимо, що через деякий час стан системи стає близьким до стаціонарного і прямує до нього при $t \rightarrow \infty$.

Далі прослідкуємо як впливають на систему параметри a , b , c , d . Для цього змінимо їх послідовно на 10% і подивимося на графіках, які зміни сталися в розвитку системи.

Для початку збільшимо параметр a на 10%, тобто швидкість розмноження жертв при відсутності хижаків збільшиться до 5,5. Змінивши параметр a , маємо нові результати:

	1	2	3
199	4.95	2.146	1.271
200	4.975	2.149	1.269
Y= 201	5	2.152	1.267
202	5.025	2.156	1.265
203	5.05	2.16	1.263

Часткові методики дисциплін ...



Кількість жертв природно збільшилася, адже ми збільшили швидкість їх розмноження за умови відсутності хижаків. На однаковому проміжку часу (точка 201) їх у вихідних умовах було 2.136, а стало 2.152. Тобто

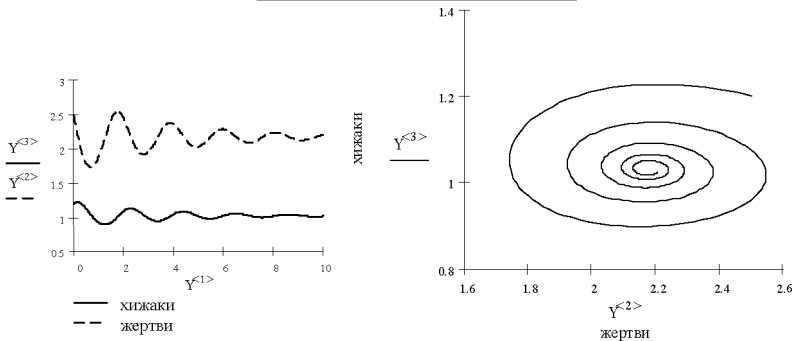
кількість збільшилась, але не істотно: $\frac{2.152 - 2.136}{2.136} \cdot 100\% = 0.75\%$. Та по-

дивимось як при цьому змінилася кількість хижаків: $\frac{1.267 - 1.141}{1.141} \cdot 100\% =$

$=11,04\%$. Як бачимо, їх кількість збільшилася на 11,04%. Тобто, при збільшенні жертв лише на 0,75%, кількість хижаків зростає на 11,04%.

Тепер зменшимо параметр a на 10%. Отримаємо:

	1	2	3
199	4.95	2.032	1.03
200	4.975	2.034	1.026
201	5	2.037	1.023
202	5.025	2.041	1.019
203	5.05	2.045	1.016



Розділ III

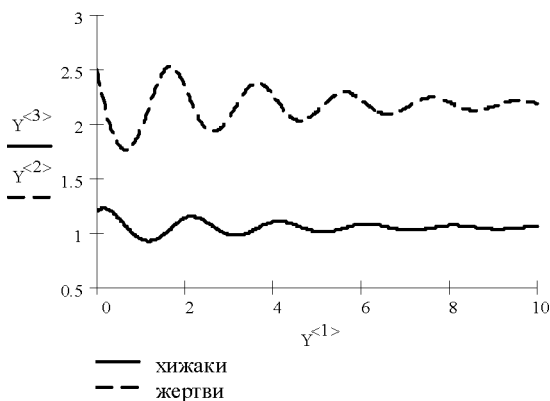
Бачимо, що при зменшенні кількості жертв $\frac{2.037 - 2.136}{2.136} \cdot 100\% = -4.63\%$,

зменшується і кількість хижаків $\frac{1.023 - 1.141}{1.141} \cdot 100\% = -10.34\%$, і досить

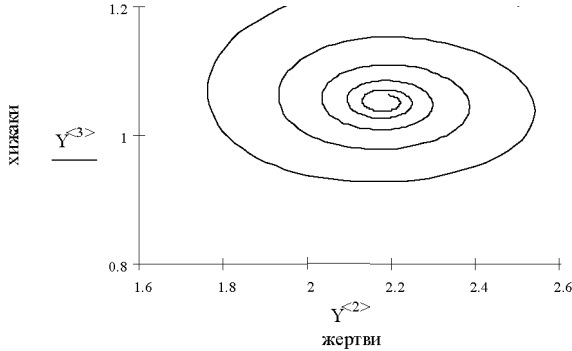
суттєво. Можемо зробити висновок, що параметр a (швидкість розмноження жертв при відсутності хижаків) має досить істотний вплив на кількість хижаків. При його збільшенні на 10% кількість жертв збільшилась лише на 0,75%, а кількість хижаків зросла помітно – на 11,04%; а при зменшенні параметру a на 10% кількість жертв зменшується на 4,63%, а кількість хижаків на 10,34%.

Тепер проаналізуємо вплив параметру b – коефіцієнт втрати жертв від 1 хижака – на задану систему. Збільшимо його на 10%, тобто до 4,4. Отримаємо такі результати:

	1	2	3
199	4.95	2.096	1.017
200	4.975	2.105	1.015
201	5	2.114	1.014
202	5.025	2.124	1.012
203	5.05	2.134	1.011



Природно, що кількість жертв зменшилася, адже ми збільшили коефіцієнт втрати жертв від одного хижака $\frac{2.114 - 2.136}{2.136} \cdot 100\% = -1.03\%$, хоч знову ж таки всього на 1,03%. Але при цьому кількість хижаків зменшилася істотно $\frac{1.014 - 1.141}{1.141} \cdot 100\% = -11.13\%$.



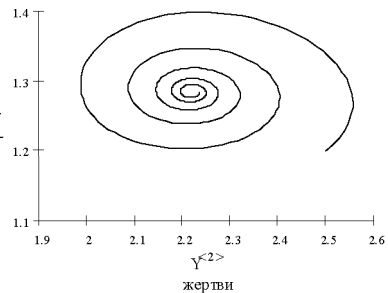
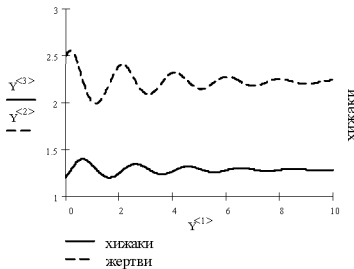
Тепер зменшимо параметр b на 10% до 3,6. І на тому ж проміжку часу (точка 201) побачимо:

Бачимо, що у точці 201 кількість жертв збільшилася, хоч і не істотно:

$$\frac{2.146 - 2.136}{2.136} \cdot 100\% = 0.47\%$$

на 13,41%: $\frac{1.294 - 1.141}{1.141} \cdot 100\% = 13.41\%$

	1	2	3
199	4.95	2.149	1.298
200	4.975	2.148	1.296
201	5	2.146	1.294
202	5.025	2.145	1.291
203	5.05	2.145	1.289



Можемо зробити висновок, що параметр b (коефіцієнт втрати жертв від 1 хижака), так само як і параметр a , має досить помітний вплив на хижаків. При збільшенні параметру b на 10% кількість жертв зростає лише на 0,47%, а кількість хижаків на 13,41%. При зменшенні параметру b на 10% кількість жертв зменшується лише на 1,03%, кількість хижаків аж на 11,13%.

Розділ III

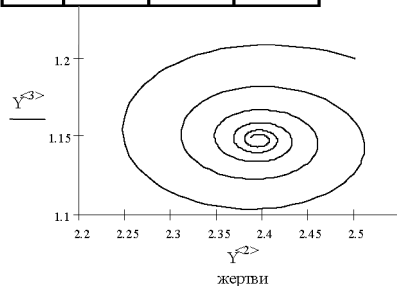
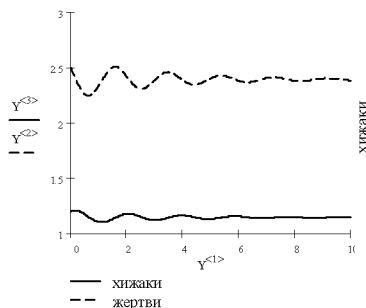
Тепер розглянемо параметр c – швидкість зміни кількості хижаків при відсутності жертв – і прослідкуємо його вплив на систему.

Для початку збільшимо його на 10% до 2,2. Отримаємо такі результати: Як бачимо, на тому ж проміжку часу (точка 201) при збільшенні параметру

c на 10%, кількість хижаків, звичайно, зменшилась $\frac{1.135 - 1.141}{1.141} \cdot 100\% = -0,53\%$, але всього лише на 0,53%. Та все ж, при цьому кількість жертв

помітно зросла $\frac{2.405 - 2.136}{2.136} \cdot 100\% = 11.19\%$.

	1	2	3
199	4.95	2.399	1.134
200	4.975	2.402	1.134
Y= 201	5	2.405	1.135
202	5.025	2.408	1.135
203	5.05	2.411	1.135



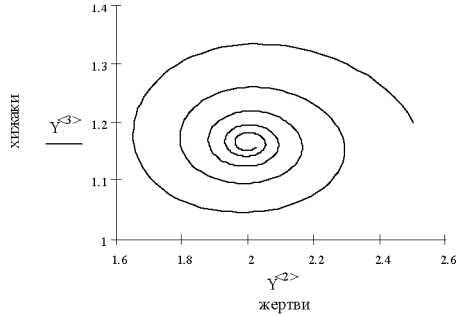
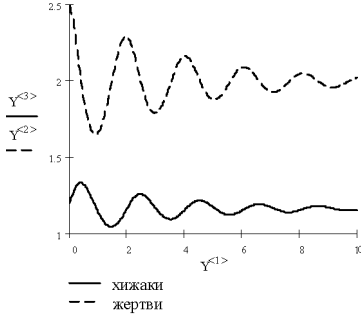
Тепер зменшимо параметр c на 10% до 1,8 і подивимося як ця зміна вплине на стан системи.

По-перше, амплітуда коливань помітно зросла. По-друге, при зменшенні швидкості зміни кількості хижаків при відсутності жертв – параметру c –

кількість хижаків зросла на 2,98%: $\frac{1.175 - 1.141}{1.141} \cdot 100\% = 2.98\%$, а кількість

жертв при цьому помітно зменшилася: $\frac{1.879 - 2.136}{2.136} \cdot 100\% = -12.03\%$.

	1	2	3
199	4.95	1.882	1.182
200	4.975	1.881	1.179
Y= 201	5	1.879	1.175
202	5.025	1.879	1.172
203	5.05	1.879	1.168



Таким чином робимо висновок, що параметр c – швидкість зміни кількості хижаків при відсутності жертв – має відчутний вплив на жертв: при його збільшенні на 10%, кількість жертв збільшується на 11,19%; при його зменшенні на 10%, кількість жертв зменшується на 12,03%. На хижаків же цей параметр впливає менше: при його збільшенні на 10%, кількість хижаків зменшується лише на 0,53%, а при зменшенні параметру c на 10%, кількість хижаків зростає на 2,98%.

Нарешті, розглянемо вплив параметру d – кількість хижаків, для існування яких необхідна одна жертва – на задану систему.

Збільшимо параметр d на 10% до 1,1. Отримаємо:

При збільшенні кількості хижаків, для існування яких необхідна одна жертва у точці 201, кількість цих хижаків зростає всього лише на 0,26%:

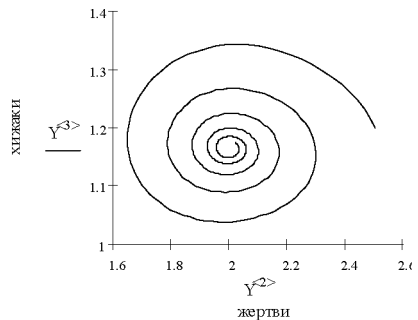
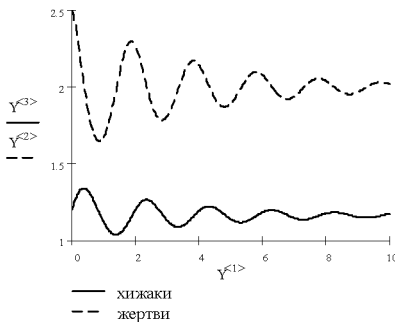
$\frac{1.144 - 1.141}{1.141} \cdot 100\% = 0.26\%$. Але при такому незначному зростанні хижаків, кількість жертв помітно зменшу-

ється: $\frac{1.893 - 2.136}{2.136} \cdot 100\% = -11.38\%$.

Тепер зменшимо параметр d на 10% до 0,9. Отримаємо:

$Y =$

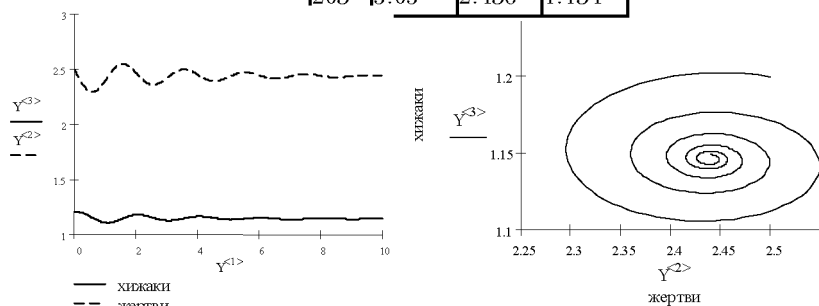
	1	2	3
199	4.95	1.884	1.151
200	4.975	1.888	1.147
201	5	1.893	1.144
202	5.025	1.899	1.141
203	5.05	1.905	1.138



Розділ III

По-перше, помітно зменшується амплітуда коливань. По-друге, кількість хижаків зменшується лише на 0,61%: $\frac{1.134 - 1.141}{1.141} \cdot 100\% = -0.61\%$, але при цьому кількість жертв зростає суттєво: $\frac{2.43 - 2.136}{2.136} \cdot 100\% = 13.76\%$.

	1	2	3
199	4.95	2.424	1.135
200	4.975	2.427	1.135
201	5	2.43	1.134
202	5.025	2.433	1.134
203	5.05	2.436	1.134



Тож робимо висновок: параметр d – кількість хижаків, для існування яких необхідна одна жертва – має відчутний вплив на жертв: при його збільшенні на 10%, жертви зменшуються на 11,38%, при зменшенні ж параметру на 10%, чисельність жертв зростає на 13,76%. На хижаків цей параметр впливає менше: при його збільшенні на 10%, кількість хижаків зростає лише на 0,26%, при зменшенні параметру – зменшується тільки на 0,61%.

Як показали результати досліджень, параметри a (швидкість розмноження жертв без хижаків) і b (коефіцієнт втрати жертв від 1 хижака) мають більший вплив на хижаків ніж на жертв. Крім того, видно, що залежність хижаків від жертв при зміні параметру b дещо більша ніж при зміні параметру a .

В свою чергу параметри c (швидкість зміни кількості хижаків при відсутності жертв) і d (кількість хижаків, для існування яких необхідна одна жертва) мають більший вплив на жертв. Також легко побачити, що збільшення параметру c та зменшення параметру d приблизно однаково впливає на дану систему.

Розглянутий приклад переконливо демонструє переваги комп'ютерного моделювання при вивченні різних систем. Використання програмного засобу MathCAD_2001 дає змогу дослідити особливості функціонування системи за будь-яких умов, при цьому параметрами системи можна варіювати. Робота з комп'ютерними моделями в багато разів скорочує час до-

слідження. Але, попри всі переваги метод комп'ютерного моделювання сприйнятливий аж ніяк не завжди.

Список використаних джерел

1. Горстко А.Б. Познакомтесь с математическим моделированием. — М.: Знание, 1991. — 160 с.
2. Маврин И.И. Начала анализа и математические модели в естествознании /Математика в школе, № 4, 1993. — С. 43-48.
3. Островская Е.М. Моделирование на компьютере /Информатика и образование, 1999, №1. — С. 53-61.
4. Психолого-педагогические основы использования ЭВМ в вузовском обучении /Под ред. А.В.Петровского и Н.Н.Нечаева. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1987. — 167 с.
5. Робертс Ф.С. Дискретне математические модели с приложениями к социальным, биологическим и экологическим задачам /Пер. С англ. А.М.Раппопорта, С.И.Травкина. Под ред. А.И.Теймана. — М.: Наука, 1986. — 496 с.
6. Ситник В.Ф., Орленко Н.С. Імітаційне моделювання: Навч. посібник. — К.: КНЕУ, 1998. — 232 с.

УДК 681.142.2

Сморжевський Л.О., Сморжевський Ю.Л.

(Кам'янець-Подільський державний педагогічний університет)

**ПРО МЕТОДИКУ РОЗРОБКИ ДИДАКТИЧНИХ
МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ РІВНЕВОГО НАВЧАННЯ УЧНІВ
СТЕРЕОМЕТРІЇ В 10-11 КЛАСАХ**

В статті розкриті методичні прийоми розробки дидактичних матеріалів для рівневого навчання учнів курсу стереометрії в 10-11 класах середньої школи.

In the article the methodical principles of engineering of materials on levels of tutoring of a three-dimensional geometry at 10-11 classes of secondary school are disclosed.

Вже два роки триває розпочата в 2000 році реформа освіти України. За цей час усі школи перейшли на 12-бальну шкалу оцінювання навчальних досягнень учнів, відмовились від старої системи викладання, яка спонукала до навчання каральними методами. Однак, аналіз навчальної та методичної літератури показує, що перехід до нової, більш досконалої системи оцінювання навчальних досягнень учнів носить, на жаль, формальний характер. Причиною цього є невідповідність шкільних підручників сучасним принципам організації навчально-виховного процесу в школі, відсутність методичних розробок, які б дозволили вчителю організувати рівневе навчання, без якого неможливо перейти на 12-бальну шкалу оцінювання навчальних досягнень учнів.