



ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ВИВЧЕННІ ПОПУЛЯЦІЙНОЇ БІОЛОГІЇ

УДК 004: 037

ВІННИК Максим Олександрович

Посада: старший викладач кафедри інформатики, програмної інженерії та економічної кібернетики ХДУ

Наукові інтереси: Правові питання інформаційних технологій,
групова динаміка і комунікації, нові інформаційні технології та засоби навчання

Адреса електронної пошти: vinnik@ksu.ks.ua

ОДІНЦОВ Валентин Володимирович

Посада: доктор фізико-математичних наук, професор кафедри фізики та методики її навчання.

Наукові інтереси: оптика, квантова фізика, фізика твердого тіла, методика викладання фізики, інформаційні технології.

Адреса електронної пошти: skarlett@ksu.ks.ua

ПОЛТОРАЦЬКИЙ Максим Юрійович

Посада: Асистент кафедри інформатики, програмної інженерії та економічної кібернетики ХДУ.

Наукові інтереси: Комп'ютерні науки, ІТ, математика, формалізація, інсерційне моделювання, верифікація.

Адреса електронної пошти: max1993poltorackii@gmail.com

ВСТУП

В умовах стрімкого розвитку інформаційного суспільства, в якому головними продуктами виробництва є інформація та знання, фахівцям недостатньо володіти лише інформацією, необхідно вміти правильно нею оперувати й отримувати об'єктивні знання про дійсність. Вимоги до освіти в Україні повинні робити акцент на баланс з одного боку – можливості навчального закладу володіти відповідними стратегічними ресурсами, з іншого - готовності студентів до їх використання. Швидкі темпи розвитку ІТ галузі, характеризують систему взаємодії стратегічних ресурсів ВНЗ та готовність студентів використовувати ці ресурси як динамічну систему. Розвиток ІТ та глобалізація освіти створюють нове освітнє конкурентне середовище, особливістю якого є інформаційно- комунікаційні тех-

нології та мобільність студентів. Для забезпечення високої конкурентоздатності ВНЗ на ринку освітніх послуг навчальні заклади повинні володіти інноваційними технологіями навчання кращими ніж у своїх конкурентів.

АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ

Інформатизація практично у всіх сферах людської діяльності є глобальною тенденцією світового розвитку. Істотна роль в інформатизації суспільства належить інформатизації освіти - області, від якої залежить всебічне становлення членів цього товариства. Дослідження в галузі глобалізації, інформатизації освіти, створення і застосування засобів інформатизації в педагогічній діяльності проводились як вітчизняними (В. Биков, М. Жалдак, О. Колгатин, В. Лапінський, Л. Петухова, О. Співаковський, О. Спірін та ін.),

так і закордонними вченими (В. Гриншкун, Н. Єлістратова, Е. Машбіц, В. Монахов, П. Образцов, І. Роберт, Д. Севідж та ін.).

Питання інформатизації суспільства на даний час стоїть дуже гостро. Про це свідчать конвенції, резолюції та рекомендації ЮНЕСКО, Міжпарламентської асамблеї держав-учасниць СНД, Маніфести ІФЛА, а також низка урядових документів та законодавчих актів України, які визначають та регулюють процеси інформатизації в системі освіти [1].

Дослідженням проблем пов'язаних з використанням інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) в галузі освіти, зокрема, у навчальному процесі присвячені праці багатьох закордонних вчених (Г. Рейнгольд, Е. Венгер, К. Свон, П. Ші (США); М.В. Моїсеєва, Є.Д. Патаракін, Є.С. Полат, А.В. Хуторський, Н. С. Чураєва (Росія)), та вітчизняних вчених (В. М. Глушков, Г. О. Атанов, Г. О. Балл, В. Ю. Биков, М.М. Глибовець, В.І. Гриценко, О.М. Довгялло, М.І. Жалдак, М.З. Згуровський, С.П. Кудрявцев, А.Ф.Манак, Г.Ю. Маклаков, Є.І. Машбіц, Н.В.Морзе, Н.Д. Панкратова, С.А. Раков, І.В. Сергієнко, К.М. Симиця, О.В.Співаковський, В.А. Широков, М.С. Львов, Л.Є. Петухова, О.М. Спирін, А.М. Гуржій та багато інших).

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Використання інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) в навчальному процесі є актуальною проблемою сучасного навчального процесу. Одним із пріоритетних напрямків процесу інформатизації сучасного суспільства є інформатизація освіти, що представляє собою систему методів, процесів і програмно-технічних засобів, інтегрованих з метою збору, обробки, зберігання, поширення і використання інформації в інте-

ресах її споживачів. Педагогічні технології не залишилися осторонь від всезагального процесу комп'ютеризації. Інформаційні технології надають можливість:

Раціонально організувати пізнавальну діяльність учнів в ході навчального процесу;

Зробити навчання більш ефективним, залучаючи всі види чуттєвого сприйняття учня в мультимедійний контекст і озброюючи інтелект новим концептуальним інструментарієм;

Використовувати специфічні властивості комп'ютера, що дозволяють індивідуалізувати навчальний процес і звернутися до принципово нових пізнавальних засобів;

Дослідження ринку програмних засобів направлених на підтримку чи повноцінне вивчення біології показало, що цей сегмент ринку досить потужно розвинутий. Серед програмних засобів слід виділити: «Leafsnap», «FrogDissection», «Plants».

«Leafsnap» – програмний засіб направлений на вивчення курсу ботаніки. Щоб дізнатися, що за рослина перед вами користувачеві слід сфотографувати листок цієї рослини, після чого «Leafsnap» за допомогою вбудованого алгоритму порівнює форму листка на фото з типами що закладені в його пам'яті. Програмний засіб «FrogDissection» має в своєму арсеналі інструкції з проведення експерименту, анатомічне порівняння жаби і людини і цілий набір необхідних інструментів. Додаток «3D HumanAnatomy», - це одна з кращих на сьогоднішній день інтерактивних програмних засобів для вивчення моделі людського тіла. Програмний засіб «Plants», являє собою інтерактивну гру, в якій гравець здатний керувати погодою, влаштовувати лісові пожежі і спостеріга-

ти за тваринами в їх природному середовищі. У процесі такої творчості користувачеві надається можливість познайомитися з різними рослинами і тваринами що копіює їх природне місце існування.

Аналіз ринку програмних засобів для вивчення біології показав наявність досить потужних систем, але в свою чергу ми знайшли досить мало програмних продуктів для вивчення популяційної біології або хоча б елементів популяційної біології. Перед нами постало завдання створити програмний комплекс для вивчення елементів популяційної біології.

Метою статті є моделювання процесів в популяційній біології засобами інформаційних технологій.

ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ

В рамках даного дослідження нами було розроблено комплекс програмних продуктів, який дає можливість візуалізувати та автоматизувати процес обчислення в популяційній біології. Даний комплекс програмних продуктів дає можливість наочно представити модель динаміки чисельності популяції в різних умовах стану популяції. Програмний засіб, представлений в нашому дослідженні, реалізований мовою програмування C#. Дана мова програмування обрана нами адже в неї є ряд переваг:

- компонентно-орієнтоване програмування;
- підтримка подієво-орієнтованого програмування;
- уніфікована система типізації;
- мова програмування C# тісно інтегрована з мовою XML;
- дана мова увібрала в себе переваги таких мов програмування як Java, C++.

Програмний засіб складається з блоку вводу екзогенних змінних, та блоку виво-

ду інформації. Блок виводу числових характеристик, зміни популяцій для моделі експоненціального зростання, моделі логістичного росту та блоку виводу графічної інформації по числовим характеристиками популяцій.

Програмний засіб в основі котрого лежить модель «Хижак-Жертва» складається з блоку виводу інформації:

- вивід числових характеристик;
- побудова динаміки зміни популяції для хижаків та жертв;
- фазовий портрет.

В перше проблемою опису і розрахунку чисельності популяції займався італійський учений Леонардо Фібоначі. Італійський учений зазначав, що коли ріст популяції не обмежують зовнішні фактори ріст популяції починає безперервно прискорюватися, тобто приріст популяції пропорційний її чисельності. Опишемо даний факт математично. Зазначимо, що приріст популяції пропорційний її чисельності, тоді:

$$\Delta N \sim N,$$

Де N - чисельність популяції, а ΔN – зміна чисельності популяції за певний проміжок часу. Нехай проміжок часу дуже малий тоді маємо, отримаємо наступне:

$$\frac{dN}{dt} = r * N, \quad (1)$$

де r - коефіцієнт, що характеризує здатність популяції до відтворення. Рівняння 1 називають моделлю експоненціального росту.

Дивлячись на рисунок 1, можна, зрозуміти, що при експоненціальному рості, при збільшенні часу ріст чисельності популяції росте все швидше й швидше. Не складно зрозуміти той факт, що експоненціальний ріст не може тривати вічно, рано чи пізно ресурси відтворення ви-

черпаються. Розглянемо модель логістичного росту.

Нехай k – ємність середовища, r – швидкість росту популяції, b – коефіцієнт внутрішньовидової конкуренції. Тоді рівняння логістичного росту можна представити в наступному вигляді:

$$\frac{dx}{dt} = r * x \left(1 - \frac{x}{k}\right) \quad (2)$$

При досить простому представленні рівняння [2] може описувати досить багато випадків.

На графіку чітко видно характер процесу, як експоненціальної моделі так і логістичної.

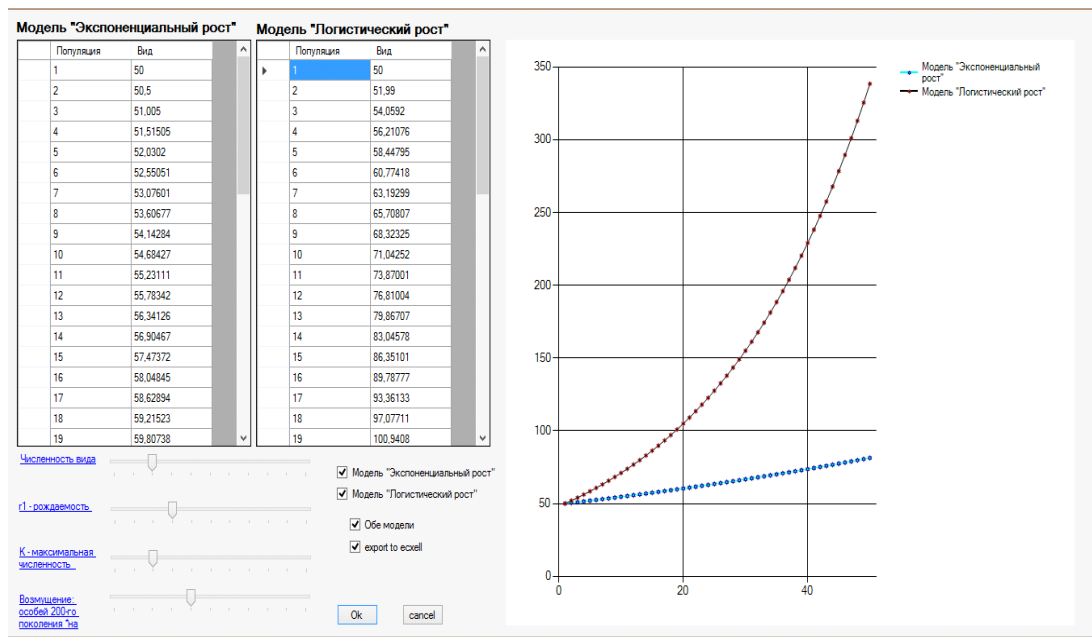


Рисунок 1 - Експоненціальний та логістичний ріст

Розглянемо модель взаємодії двох видів моделю Вольтерра-Лоткі або моделю «Хижак - Жертва». Рівняння «Хижак - Жертва» — система двох звичайних диференціальних рівнянь першого порядку, яка описує кінетику чисельності популяції з одним типом хижаків і одним типом жертв. Характерною особливістю рівнянь є те, що їхнім розв'язком є автоколивання. Рівняння запропонували незалежно один від одного. Данна модель направлена на оцінку чисельності популяції відносно часу, при умові, що між особинами одного виду немає суперництва. Нехай x_1 та x_2 число жертв і хижаків відповідно. Нехай приріст жертв буде

$$a - b * x^2, \quad (3)$$

де a – швидкість розмноження жертв, а множник $-b * x^2$ – втрати від хижаків.

Розвиток популяції хижаків напряму залежить від кількості популяції жертв, при відсутності популяції жертв, відносна швидкість змін популяції хижаків визначається наступним співвідношенням

$$\frac{\Delta x_2}{x_2} = -c, \text{ дес } > 0. \quad (4)$$

Наявність популяції жертв, компенсує зменшення, тоді маємо наступну рівність

$$\frac{\Delta x_2}{x_2} = (-c + dx_1), \text{ д } > 0. \quad (5)$$

Цікавою особливістю моделі «Хижак-Жертва» може використовуватися, як в популяційній біології так і описувати поведінку конкуруючих фірм на конкретному ринку.

Розглянемо модель «Хижак – Жертва» використовуючи наш програмний засіб. При заданому початковому відношенні особин обох видів (в співвідношенні) 2:1. Обидві популяції спочатку починають рости, коли кількість хижаків досягає $b = 2.5$, популяція жертв не встигає відновлюватися і число жертв починає зменшуватися. Зменшення кількості, популяція жертв не встигає відновлюватися і число жертв починає зменшуватися.

Зменшення кількості популяції жертв призводить до зменшення популяції хижаків. Скорочення числа жертв продовжується до тих пір поки, число хижаків не досягне $x_2=1.6$. С цього моменту популяція жертв починає зростати, що в свою чергу призводить до зростання числа популяції хижаків. Жертв стає достатньо, щоб забезпечити приріст хижаків. На рис 2. чітко видно періодичний характер цього процесу.

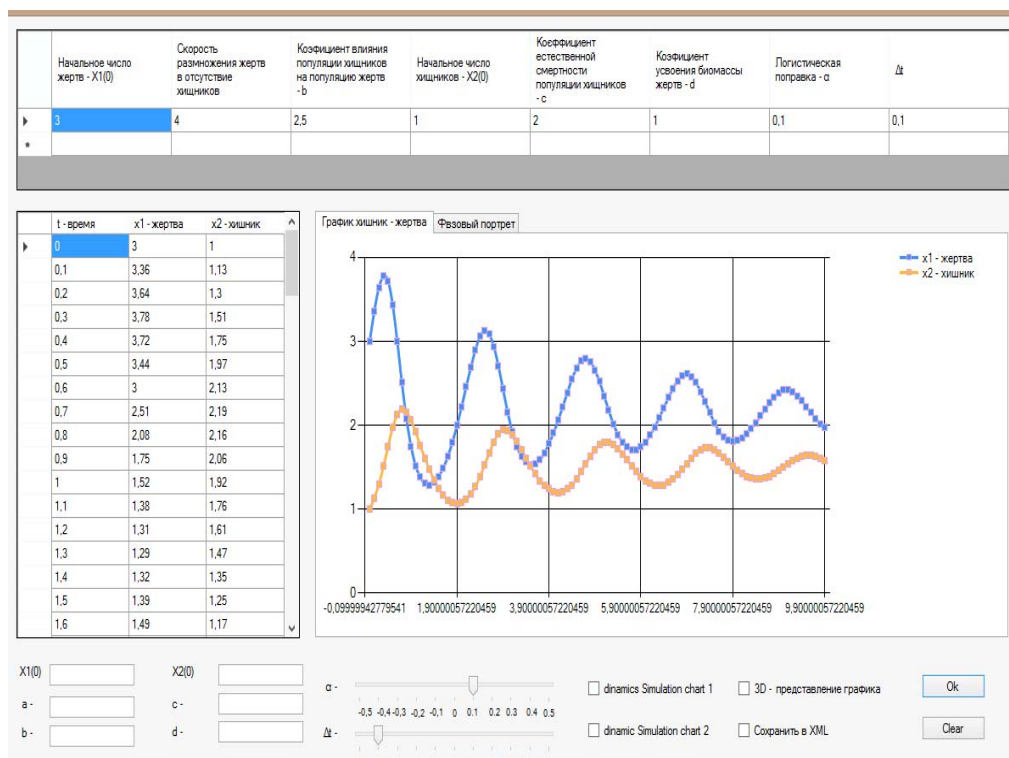


Рисунок 2 - Динаміка зміни популяцій

Періодичність процесу також видно і на фазовому портреті. Крайня ліва точка площини, відповідає за значення в якому кількість популяції жертв перебуває у мінімумі, крайня права відповідає за пік

популяції жертв. Між цими двома точками чисельність хижаків спочатку зменшується, до найнижчої точки фазового портрету, а потім зростає, до найвищої її точки фазового портрету (рис. 3).

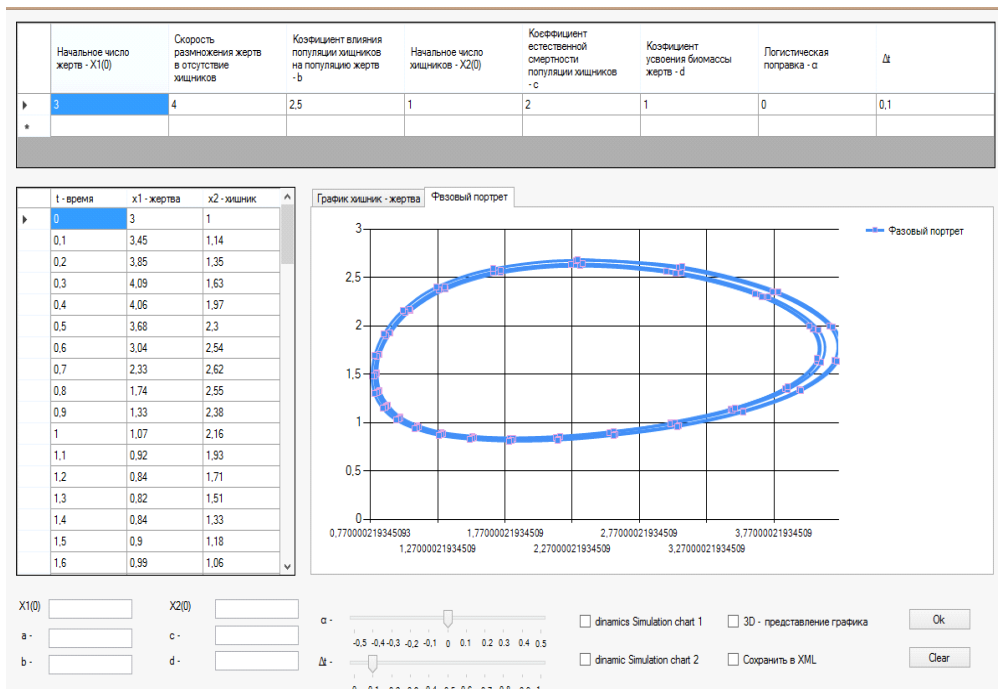


Рисунок 3 - Фазовый портрет ($\alpha=0$)

Як бачимо, в такому випадку в залежності від значення логістичної поправки система стає нестабільною і коливання чисельності видів зростає. Це означає той

факт, що як би близько не був початковий стан до стаціонарного, з плином часу стан системи буде відрізнятися від стаціонарного.

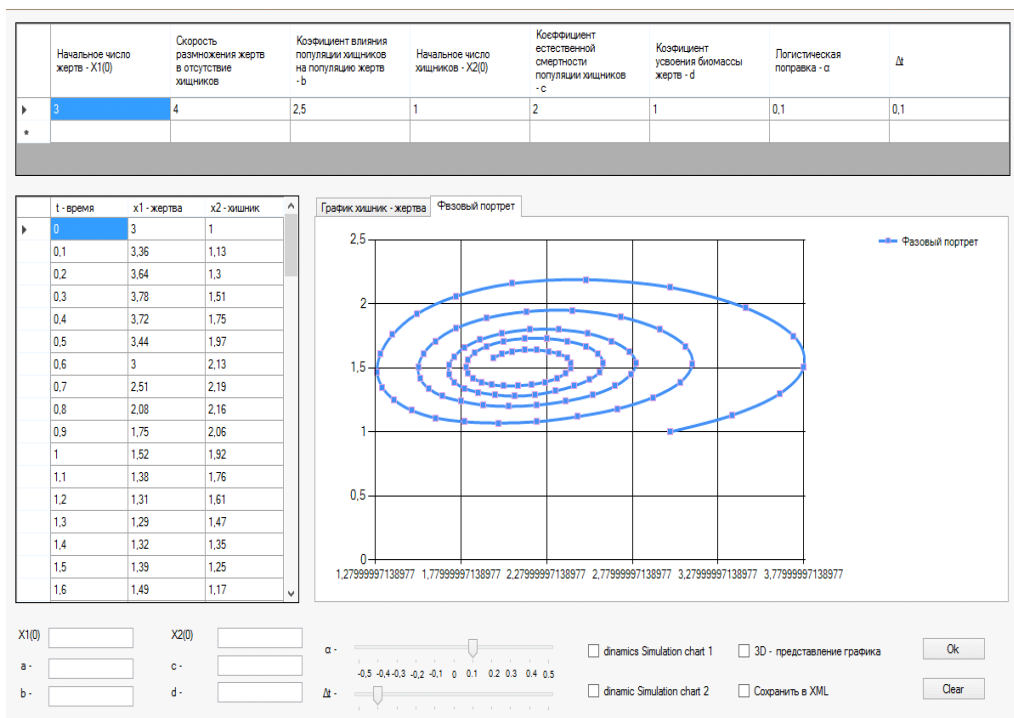


Рисунок 4 - Фазовый портрет ($\alpha>0$)

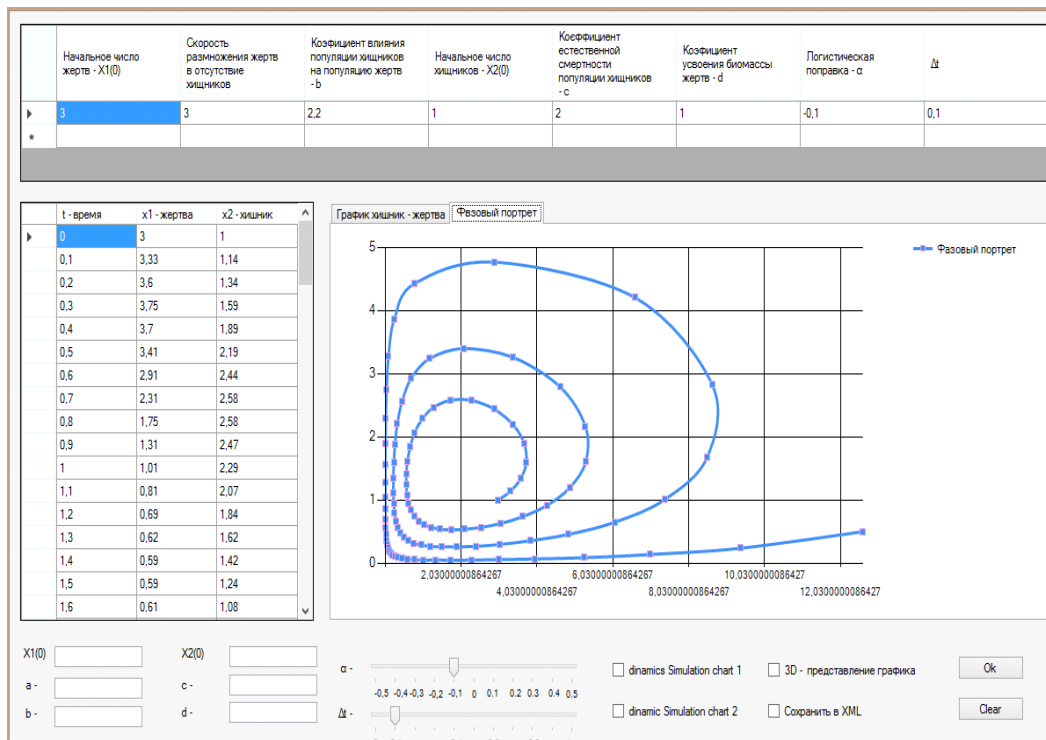


Рисунок 5 - Фазовый портрет ($a < 0$)

Основні результати та висновки

Розроблений програмний засіб дає можливість вивчати елементи популяційної біології використовуючи достатньо прості але ефективні технології. Програмний засіб має переваги перед традиційними методами вивчення популяційної біології моделі «Хижак-Жертва». Даний програмний модуль може використовуватись:

- Для досліджень популяційної біології;
- При підготовці студентів ІТ спеціальностей;
- При підготовці студентів біологічних спеціальностей.

В процесі роботи нами було розроблено програмний модуль, який дає змогу вирішити наступні питання:

- Програмний модуль дає змогу автоматизувати розрахунки та наочно представити результати розрахунків.

- Даний програмний модуль може використовуватися студентами спеціальності біологія при вивченні популяційної біології.

В ході розробки програмного засобу було виділено наступні особливості які слід враховувати при розробці подібних програмних продуктів:

- Біологічні системи досить складні та багатокомпонентні тому слід окреслити визначальні характеристики системи: загальну чисельність видів, а також розглядаються якісні характеристики поведінки цих величин відносно часу (стійкість стаціонарного стану, наявність коливань, існування просторової неоднорідності).
- Імітаційні моделі конкретних складних живих систем, як правило, максимально враховують наявну інформацію про об'єкт.

ЛІТЕРАТУРА

1. Djuk V., Jemanujel' V. Informacionnye tehnologii v mediko-biologicheskikh issledovanijah: monografija / V.A. Djuk, V.L. Jemanujel'. - SPb. : Piter, 2003. - 528 s.
2. Sitarov V. A. Informacionnye tehnologii v obrazovanii / V.A. Sitarov, A.I. Shutenko //Voprosy novoj jekonomiki. – 2015. – №4(36). S. – 101.
3. Antomonov Ju. G. Modelirovanie biologicheskikh sistem: Spravochnik. – Naukova dumka, 1977. – 260 s.
4. Prijmak K.S., Poltorac'kij M.Ju., Vinnik M.O. Viktoristannja IT v pidgotovci studentiv ekonomichnih special'nostej// Materiali 7-i naukovopraktichnoj konferencii «Innovacijni komp'juterni tehnologii u vishnij shkoli». – L'viv: Vidavnictvo Nacional'nogo universitetu «L'vivs'ka politehnika», 2015. – S. 143 – 147.
5. Imitacionnoe modelirovanie proizvodstvennyh sistem / Pod obshh. red. A. A. Vavilova. — M.: Mashinostroenie. — Berlin: Tehnika. –1983. – 417s.
6. Sitnik V.F. Imitacijne modeljuvannja: Navch.-metod. posibnik dlja samost. vivch. disc/ V.F. Sitnik, N.S. Orlenko. – K.: KNEU, 1999. – 208 s.
7. Tarasevich, Ju.Ju. Matematicheskoe i komp'juternoe modelirovanie. //Ju.Ju. Tarasevich / M.: Editorial URSS, 2003.
8. Hejlsberg A., Torgersen M., Viltamut S., Gold P. Jazyk programirovanija S#. Klassika Computers Science. 4-e izd. – SPb.: Piter, 2012. – 784 s.
9. Obrazovanie i HHI stoletie : Informacionnye i kommunikacionnye tehnologii. - M. : Nauka, 1999. - 191 s.
10. Sutnist' ponjattja «Informacijno-komunikacijni tehnologii» ta ih znachennja na suchasnomu etapi modernizacii osviti [Elektronnij resurs]/ N.Ju.Fominih. Rezhim dostupu: http://www.nbu.gov.ua/portal/soc_gum/pfto/2009_5/files/ped905_77.pdf

Рецензент: д.т.н., проф. Ходаков В.Є.,
Херсонський національний технічний університет.