

На рис. 3 спостерігається різке збільшення чисельності обох популяцій з наступним вимиранням, як жертви, так і хижака. Це відбувається внаслідок того, що чисельність популяції жертв збільшилася до такої кількості, що стали закінчуватися ресурси, внаслідок чого відбувається вимирання жертви. Вимирання хижаків відбувається через те, що скоротилася кількість жертв і у хижаків закінчилися ресурси для існування.

Таким чином, виходячи з аналізу даних комп'ютерного експерименту, можна зробити висновки про те, що комп'ютерне моделювання дозволяє нам прогнозувати чисельність популяцій, вивчати вплив різних чинників на популяційну динаміку. У наведеному прикладі ми досліджували модель «хижак-жертва», вплив коефіцієнта народжуваності жертв на чисельність оленів і вовків. Невеликий приріст популяції жертв призводить до невеликого збільшення жертв, яку через деякий період знищують хижаки. Помірний приріст популяції жертв призводить до збільшення чисельності обох популяцій. Високий приріст популяції жертв призводить спочатку до швидкого зростання популяції жертв, це впливає на збільшення зростання хижаків, але потім хижаки, що розплодилися швидко знищують популяцію оленів. У підсумку обидва види вимирають.

#### Список використаних джерел

1. Лаврик В.І. Методи математичного моделювання в екології : навч. посіб. Фітоцентр, 1998. 316 с.
2. Марчук Т.И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды : монография. Наука, 2008
3. Криксунов Е.А., Пасечник В.В., Сидорин А.П. Экология : монография Издательский дом «Дрофа», 2010 г.
4. Добровольський В.В. Основи теорії екологічних систем : підруч. ВД «Професіонал», 2005.272 с.
5. Горелов А.А. Экология – наука – моделирование. : монографія., 2007 г.
6. Богобаящий В.В. Принципи моделювання та прогнозування в екології : підруч. Центр навч. л-ри, 2004. 216 с.
7. Гусева Е. Н. Экономико-математическое моделирование: учеб. пособ. Москва: МПСИ, 2011. 216 с.
8. Ризниченко Г.Ю. Экология математическая : монография, 2009 г.
9. Гусева Е. Н. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. пособ. 2011. 220 с.
10. Бак С. М. Диференціальні та інтегральні рівняння. Посібник для студентів спеціальності Середня освіта (Фізика). 2-ге вид., випр. і доп. Вінниця: ФОП Данилюк В.Г., 2018. 360 с.

#### COMPUTER MODELING OF PREDATOR-PREY SYSTEM

**Abstract.** *This article is devoted to a review of the predator-prey system and its computer modelling. The study suggests that environmental simulation plays a huge role in the study of the environment. This problem is multifaceted.*

**Keywords:** *mathematical modeling, ecological modelling, computer modelling, predator-prey system.*

Денис Долгополов

#### ЗВОРОТНИЙ ІНЖИНІРИНГ ЗАСОБАМИ ЦИФРОВОГО 3D-МОДЕЛЮВАННЯ

**Анотація:** *В роботі досліджується поняття зворотного інжинірингу за допомогою засобів цифрового 3D-моделювання. З'ясовано ключові аспекти розвитку технологій з використанням зворотного інжинірингу засобами цифрового 3D-моделювання. Основні принципи 3D-моделювання обумовлюють підбір способів моделювання в різних проектних ситуаціях, знаходити різні способи втілення ідей, розвивати нове мислення та щоразу вдосконалювати новітні підходи до комп'ютерного моделювання як способу проектування.*

**Ключові слова:** *зворотній інжиніринг, реверсний інжиніринг, 3D-моделювання, засоби моделювання, 3D-дизайн, побудова зображень.*

Сучасний світ знаходиться в постійному русі і розвитку. Змінам піддається все, починаючи від проектування дизайну звичайних телефонів і закінчуючи методами будівництва космічних станцій. І те, й інше вимагає деяких навичок, способів і знань в області побудови зображень і читання креслень.

Тут на допомогу винахідникам приходять реверсний Інжиніринг (зворотна розробка, реверс-інжиніринг, від англ. reverse engineering). Це, по суті, процес розробки будь-якого виробу (автомобіля, елемента механізму, інформаційної системи, software продукту і т. д.) у зворотному порядку. Тобто є фахівці, аналізуючи наявний у них зразок будь-якої продукції, досліджуючи його деталі і зв'язок між ними, проходять всі стадії створення цього виробу [1].

Зворотній інжиніринг та 3D-Моделювання. Широко застосовується в багатьох галузях таких як: індустрія розваг, медицина, машинно-будівництво, міське планування, промисловість, архітектура та дизайн інтер'єрів [3].

Іншими словами, зворотне проектування дозволяє прискорити розробку макету, обходячи процеси промальовування деталей і компонентів з нуля. Спеціальні інструменти зворотного проектування дозволяють за допомогою лазерних сканерів створювати готові CAD макети [6].

Метою роботи. З'ясувати основні можливості зворотного інжинірингу та 3D-моделювання.

Поняття «зворотній інжиніринг» або «реінжиніринг» є сучасним формулюванням колишнього поняття - копіювання, удосконалення й ін. (рис. 1).



Рис. 1. Зворотній інжиніринг

З розвитком комп'ютерних технологій, коли світ прагне зробити що-небудь нове, незвичайне і на цьому заробити гроші, з'являється величезна кількість новітніх технологій, виробів, пристосувань і т.д. [4].

Однак якщо трохи поміркувати, то все нове це добре забуте, незатребувана в тій чи іншій формі старе. Трохи вдосконаливши двигун або проект – і, готовий новий сучасний винахід, з новим обсягом і новим зовнішнім виглядом [8].

У промисловості зворотна розробка продукту конкурента з метою дізнатися про його устрій, принцип роботи і оцінити можливості створення аналога. Так, наприклад, ряд виробників фототехніки, таких як Sigma, Tamron, Tokina і Carl Zeiss, випускають об'єктиви з байонетом типу Canon EF. Вони створені методом зворотної розробки, а їхні виробники не мають доступу до специфікаціям Canon. Компанія Canon не гарантує коректну роботу об'єктивів сторонніх розробників на своїх фотоапаратах [11].

Найвідомішими фактами зворотної розробки під час другої світової війни були:

Німецькі каністри для бензину - в британських і американських військах помітили, що німці мали дуже зручні каністри. Вони скопіювали ці каністри, і ті отримали назву Jerry cans (від слова «gerrys» - від «Germans»).

Туполєв Ту-4 – деяка кількість американських бомбардувальників В-29 при вчиненні вильотів до Японії були змушені сідати в СРСР. Радянські військові, які не мали подібних стратегічних бомбардувальників, вирішили скопіювати В-29. Через кілька років вони розробили Ту-4, практично повну копію. Водночас, двигуни, озброєння і радіоелектронне обладнання Ту-4 не було копіями відповідних систем В-29.

Тепловоз ТЕ1 – в 1945 році тепловоз RSD-1 (поставлявся в СРСР по ленд-лізу) привіз літерний поїзд Сталіна на Потсдамську конференцію. Сталін високо оцінив даний локомотив, тому в 1947 році почався випуск радянської копії американського тепловоза – ТЕ1. Незважаючи на деякі відмінності в розмірах і окремому обладнанні, ТЕ1 виявився практично ідентичний. Всі нинішні російські маневрові тепловози – нащадки американського тепловоза.

Міномети – німці у воєнні роки успішно скопіювали радянські трофейні 120 мм міномети, які взяли собі на озброєння під ім'ям Granatwerfer 42.

Автомат Калашникова – нещодавно керівництво ВАТ «Іжмаш» заявило, що близько половини всіх АК в світі – «контрафактні» (тобто, вироблені без ліцензії та передачі технологій), через що Росія недоотримує близько мільярда доларів на рік. Водночас, патентні обмеження (якщо такі були) на технології та технічні рішення втратили свою силу багато років тому [9].

Тривимірне моделювання – це створення об'ємної моделі за допомогою певних комп'ютерних програм. На основі відповідних креслень, малюнків, описів. Це предмет за допомогою якого отримано можливість для створення нових об'ємно-просторових композицій та різноманітних пластичних форм з використанням сучасних конструкцій та матеріалів [12].

3D моделювання – сучасне та перспективне нововведення котре було започатковане в 70-ті роки ХХ ст. Інтенсивний розвиток почався з 90-х років, що обумовлено масовим розвитком нового будівництва та прагнення людства до оригінальності. Процес комп'ютеризації лише удосконалив моделювання, зробивши його більш яскравим та неповторним. Тобто комп'ютерне моделювання призвело до того що абсурдні та на перший погляд утопічні ідеї стали реальністю. Цифрові технології знищили бар'єр між однотипністю форм різноманітних проектів [14].

В наш час 3D-графіка масово застосовується, зокрема, найрозповсюдженіші галузі – архітектурне та дизайнерське проектування, медицина та індустрія розваг. Програми та технології 3D-моделювання також використовуються і в рекламі та маркетингу - створення комп'ютерної моделі майбутнього об'єкту і за допомогою технологій прототипування створюють зразок майбутнього виробу. Отримане за допомогою рендерингу зображення пізніше використовують для створення фірмового стилю [13].

Комп'ютерне моделювання дає змогу досягти максимально реалістичну розробку міського ландшафту та архітектури надаючи замовникам відчуття ефекту присутності. В свою чергу це дозволяє суттєво проаналізувати проект і за необхідності усунути недоліки без значних витрат.

Сучасна промисловість існує в тісному зв'язку з довиробничим моделюванням, що зводить до мінімуму витрати на матеріали та інженерне проектування. Тривимірне моделювання суттєво розширило горизонти кінематографу. З його допомогою створюються повноцінні ландшафти, сцени будь якої складності.

В галузі дизайну важливим є постійний пошук нових форм та удосконалення старих, постійне знаходження нового в просторі та об'єктів, зокрема [10].

З комп'ютеризацією процесу актуальним на сьогодні залишається зниження термінів проектування 3D-моделі. Реалізація 3D-моделей стала доступною не тільки дорогим компаніям але й приватним дизайнерам та архітекторам, студентам в різних умовах завдяки появі сучасних 3D-сканерів та 3D-принтерів (рис. 2).

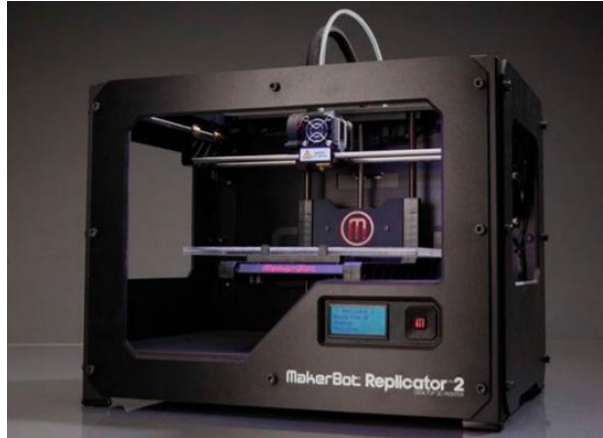


Рис. 3. 3D-принтер

Основні принципи 3D-моделювання обумовлюють підбір способів моделювання в різних проектних ситуаціях, знаходити різні способи втілення ідей, розвивати нове мислення та щоразу вдосконалювати новітні підходи до комп'ютерного моделювання як способу проектування [2].

В дизайн-проектванні різні види 3D-моделювання застосовуються в синтезі, що дозволяє сформулювати індивідуальний підхід до створення оригінальної форми об'єктів та виробів [7].

Подальші дослідження планується спрямувати на розширення та розгляд новітніх для різних галузей, з точки зору комп'ютерного моделювання, прийомів та методів об'ємно-просторового формоутворення об'єктів.

Отже, зворотній інжиніринг та 3D-моделювання, хоч і дуже молода галузь, але набуває все більшої популярності та попиту в різних напрямках. Тому дослідження в цій галузі є актуальними.

#### Список використаних джерел:

1. Тривимірна графіка [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <http://ru.wikipedia.org/wiki> (дата звернення: 29.04.2020).
2. Петров Е.Г. Использование технологии 3d моделирования в обучении [Електронний ресурс] / Е.Г. Петров. - 2017. - Режим доступу до ресурсу: <http://docplayer.ru/46727412-Ispolzovanietehnologii-3d-modelirovaniya-v-obuchenii.html> (дата звернення: 29.04.2020).
3. Расторгуева Ю.С.. Технологии трехмерной визуализации в дизайне и архитектуре.-«Общие и комплексные проблемы технических и прикладных науки отраслей народного хозяйства». Журнал: Актуальные проблемы авиации и космонавтики.- 2010.- 308 с.;
4. 3D-моделирование и визуализация [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://koloro.ua/3d-modelirovanie-ivizualizaciya.html> (дата звернення: 29.04.2020).
5. Дичева О.В. Значение компьютерных технологий в образовании дизайнера и архитекторов. Журнал: Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. - Научное издательство «Институт стратегических исследований». - Январь 2016.- №, 108-111 с.
6. Расторгуева Ю.С.. Технологии трехмерной визуализации в дизайне и архитектуре. - «Общие и комплексные проблемы технических и прикладных науки отраслей народного хозяйства». Журнал: Актуальные проблемы авиации и космонавтики.- 2010.- 308 с.;
7. Трехмерное моделирование в современном мире [Електронний ресурс]. - 2016. - Режим доступу до ресурсу: <https://habrahabr.ru/sandbox/103016/> (дата звернення: 29.04.2020).
8. Івшин К.С. Принципи сучасного тривимірного моделювання в дизайні [Електронний ресурс] / К. С. Івшин, А. Ф. Башарова. - 2014. - Режим доступу до ресурсу: [http://archvuz.ru/2012\\_3/111](http://archvuz.ru/2012_3/111) (дата звернення: 29.04.2020)
9. Методи формоутворення в дигітальній архітектурі / А.В. Челноков, Д.А. Корнієнко //Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. - Д. : ПДАБА, 2013. -№ 6. - С. 25 - 29. - рис. 6. - Бібліогр.: (7 назв.).

10. Schumacher P. Parametricism as Style - Parametricist Manifesto [Електронний ресурс] / Patrik Schumacher. - 2008. - Режим доступу до ресурсу: <http://www.patrikschumacher.com/Texts/Parametricism%20as%20Style.htm>.

11. Triply Periodic Minimal Surfaces [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: [http://fac\(staff.susqu.edu/brakke/evolver/examples/periodic/periodic.html](http://fac(staff.susqu.edu/brakke/evolver/examples/periodic/periodic.html)) (дата звернення: 29.04.2020).

12. Zaha Hadid Architects [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <http://www.zaha-hadid.com/> (дата звернення: 29.04.2020).

13. Коноваленко Г. Кінетичні фасади: технологія комфортного мікроклімату [Електронний ресурс] / Галина Коноваленко. - 2016. - Режим доступу до ресурсу: [https://okna.ua/ua/library/artkinetychni\\_fasady\\_tekhnolohiya](https://okna.ua/ua/library/artkinetychni_fasady_tekhnolohiya) (дата звернення: 29.04.2020).

14. Київська К.І. Інформаційні інтегровані технології моделювання об'єктів будівництва: автореф. дис... канд. техн. наук : 05.13.06 / Київська Катерина Іванівна - Київ, 2016. - 20 с.

## REVERSE ENGINEERING BY DIGITAL 3D MODELING

**Abstract.** *The paper investigates the concept of reverse engineering using digital 3D-modeling. Key aspects of technology development using reverse engineering using digital 3D modeling have been identified. The basic principles of 3D modeling determine the selection of modeling methods in different project situations, find different ways to implement ideas, develop new thinking and each time improve the latest approaches to computer modeling as a design method.*

**Keywords:** *reverse engineering, reverse engineering, 3D modeling, modeling tools, 3D design, image construction.*

Віта Ігнатко

## ОБЕРНЕНА ЗАДАЧА РОЗСІЮВАННЯ ДЛЯ ОПЕРАТОРА ШРЕДІНГЕРА

**Анотація.** *У статті розглядається обернена задача розсіювання для одновимірного стаціонарного оператора Шредінгера. Використовується визначник Вронського для будь-якої пари розв'язків рівняння Шредінгера, який визначає матрицю переходу від одного базису до іншого. Побудовано інтегральне рівняння Гельфанда-Левітана-Марченко для розв'язання оберненої задачі розсіювання у випадку неперервного спектру.*

**Ключові слова:** *обернена задача розсіювання, оператор Шредінгера, хвильова функція, потенціал, неперервний спектр.*

**Постановка проблеми.** При описі багатьох фізичних, хімічних, біологічних явищ та процесів використовують нелінійні математичні моделі на основі нелінійних інтегральних рівнянь.

Побудувати адекватну математичну модель певного процесу не просто, проте набагато складнішим є знаходження точних аналітичних розв'язків нелінійних рівнянь. Для побудови точних розв'язків повністю інтегрованих рівнянь зараз розвинені різні ефективні підходи.

Метод оберненої задачі розсіювання є найефективнішим методом інтегрованих систем. Його відкриття належить Г. Гарднеру, Дж. Гріну, М. Краскалу і Р. Міурі [2], які знайшли зв'язок між рівнянням Кортевега-де Фріза та одновимірним оператором Шредінгера. Значну увагу приділяють оберненій задачі розсіювання для оператора Шредінгера.

Одержані в статті результати є поширенням вже відомих результатів для нелінійних рівнянь типу Шредінгера з потенціалом, що спадає до нуля на нескінченності.

**Мета публікації** полягає в розв'язанні задачі розсіювання для оператора Шредінгера з потенціалом, що спадає до нуля на нескінченності, у випадку неперервного спектру.

**Виклад основного матеріалу.** Метод оберненої задачі розсіювання ґрунтується на представленні нелінійного рівняння, як умови сумісності двох допоміжних лінійних рівнянь: