

3. Fryz I.V., Sokhatsky F.M. Block composition algorithm for constructing orthogonal  $n$ -ary operations, *Discrete Math.* 2017. Vol. 340, Iss. 8. P. 1957–1966.
4. Markovsky S., Mileva A. On construction of orthogonal  $d$ -ary operations, *Publications de l'institut math'ematique, Nouvelle s'erie.* 2017. Vol. 101 (115). P. 109–119.
5. Evans T. The construction of orthogonal  $k$ -skeins and latin  $k$ -cubes, *Aequationes Math.* 1976. Vol. 13, Iss. 3. P. 485–491.
6. Белоусов В.Д.  $n$ -арные квазигруппы. Кишинев: Штиинца 1972. 224 с.
7. Белявская Г.Б. Попович Т.В. Тотально парастрофно-ортогональные квазигруппы и полные графы, *Фундамент. и прикл. матем.* 2010. Том 16, выпуск 8. С. 17–26.

**УДК 514.1+519.17+530.1+517.9**

Стефанишен А. А. здобувач  
Половенко Л. П., доцент, доцент  
кафедри прикладної математики

## **ВИКОРИСТАННЯ МАТЕМАТИКИ В РОЗРОБЦІ КОМП'ЮТЕРНИХ ІГОР**

*Донецький національний університет імені Василя Стуса, м. Вінниця*

Сьогодні сфера розробки відео-ігор(надалі: геймдев) розвинулася до величезних розмірів, тому майже кожен, хто так чи інакше пов'язаний з розробкою певного ПЗ, задумувався про те, щоб піти у сферу геймдеву. Проте кожен хто про це розмірковував, наступним кроком задавався питанням: «А чи потрібна там математика?».

Основні напрямки математики, які необхідні під час розробки гри:

- геометрія – це фігури, з яких складається ігровий світ і персонажі в ньому;
- графи та вектори – пересування ігрових персонажів та пошук маршрутів по ігровому світу;
- математика в фізиці – змушує ігровий світ поводитися так, щоб він був більш реальним [1];
- диференціальні рівняння – описує поведінку об'єкта керування тощо.

Вектори є фундаментальними об'єктами в будь якій 3D грі, вони використовуються для визначення напрямків руху різних об'єктів, вирахування відстані, вектори використовуються і як точки, визначаючи позицію елементів в ігровому світі тощо.

Як приклад використання векторів, можна взяти просту ілюстрацію:

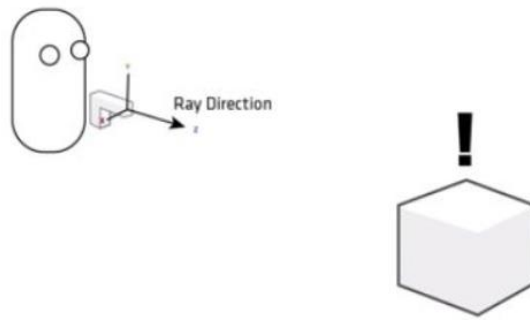


Рис 1. Приклад використання векторів

Ми хочемо вистрілити та перевірити, чи попали ми в ціль (куб). Для цього нам потрібно взяти два вектори, які б описували вихідне положення пострілу та його напрямок, після чого потрібно провести певні математичні операції і перевірити, чи пересікається промінь пострілу з площиною цілі [3].

Матриці, як і графи часто використовуються для роботи з ігровим всесвітом, але матриця - це структура, яка використовується в ігровому дизайні для зберігання інформації про простір. Вектор ми можемо рахувати як координати, а матрицю як колекцію векторів, завдяки чому можна створити уявлення про простір. Коли ж справа доходить до орієнтацій в іграх, матриці використовуються для зберігання обертальної та позиційної інформації разом із масштабуванням [2]. Часто матриці використовуються і для обертання навколо довільних осей, для цього використовуються спеціальні «матриці обертання», тоді для виконання операції достатньо просто помножити вектор на цю матрицю.

Стосовно графів – вони завжди використовуються в іграх, де є щось на кшталт «авто-бігу», коли персонаж сам рухається із точки А в точку Б, враховуючи всі перешкоди. Також вони часто використовуються щоб прописати маршрут руху для «мобів», для пошуку найкоротшого шляху за певними алгоритмами. Для цих операцій частіш за все використовується певний вид графів (рис.2)

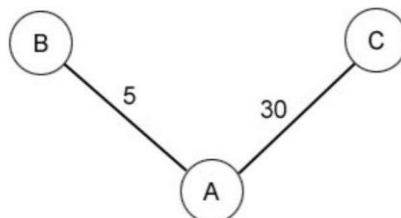


Рис 2. Граф з витратами [1]

Використовуються саме графі з витратами, оскільки потрібно враховувати відстань між вузлами, можливо якісь інші особливості шляху, якщо вони є у грі, тощо.

Що ж стосується фізики в ігрових проектах, то це є найважчою з точки зору математики складовою, адже для обрахування швидкості потрібно обраховувати похідні, для обрахування прискорення – теж.

Для обрахування тих ж речей потрібне і диференціювання, якщо шукати в зворотному порядку. Крім того варто враховувати додаткові складові, такі як прорахування впливу вітру на політ стріли, чи сили тяжіння на політ кинутого гравцем об'єкту (рис. 3).

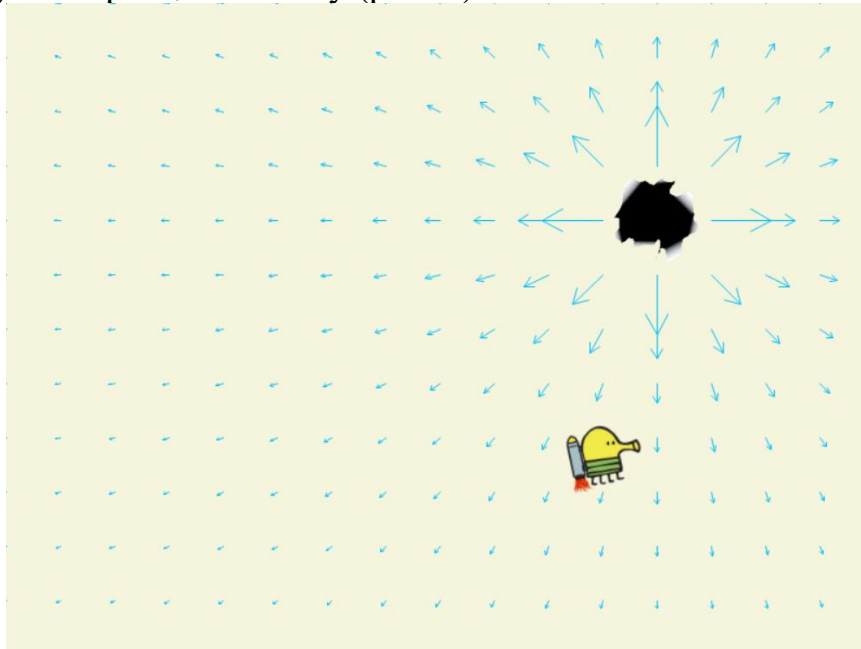


Рис 3. Приклад гри з обрахуванням швидкості руху

Такі обрахунки комп'ютеру потрібно робити десятки раз на секунду, щоб не було затримок. Окрім опису руху снарядів, використання вищої математики потрібне і для обрахування швидкості в момент, наприклад, в гонках, де в тебе має бути правильне прискорення.

Типовим прикладом задачі диференціальної гри може слугувати задача перехоплення бомбардувальника противника винищувачем. Обидва об'єкти (і винищувач, і бомбардувальник) керовані, і їхня поведінка залежить від того, яким чином діють пілоти. Однак керування знаходиться в руках різних осіб з протилежними інтересами: бомбардувальник ухиляється від зустрічі, а винищувач переслідує його. Поведінка об'єкта керування описується системою диференціальних рівнянь. Задача теорії диференціальних ігор тепер полягає в з'ясуванні питання про те, за яких умов і для яких точок можливо знайти функції, що описують керуючі параметри.

На рис. 3 продемонстрована гра, де використовувалися диференціальні рівняння, завдяки яким обраховувалася швидкість персонажа з урахуванням

прискорення ракети, а також з урахуванням гравітаційних аномалій (зображені синіми стрілочками).

Розглянуті нами абстрактні приклади використання математики в ігровій індустрії – це лише вершина айсбергу, з якої вже можна робити висновок, що для комфортної роботи в цій сфері знання математики потрібні, адже це необхідний інструмент, без якого обійтись неможливо. Навіть дизайнеру потрібні знання з геометрії, знання векторів, матриць тощо. Математика – цариця наук, і саме тому вона потрібна всюди, геймдев не є виключенням.

#### *Список використаних джерел*

1. Як математика використовується в комп'ютерних іграх. URL: <http://www.mmf.lnu.edu.ua/ar/1977>
2. Матриці та вектори в розробці ігор. URL: <https://dev.to/fkarakurt/matrices-and-vectors-in-game-development-67h#:~:text=A%20matrix%20is%20a%20-mathematical%20structure%20that%20is,we%20usually%20work%20with%203x3%20and%204x4%20matrices>
3. Математика для розробників ігор: розуміння векторів. URL: <https://blog.gldiogames.com/all-posts/math-for-game-developers-understanding-vectors>

**УДК 378.015:51**

*Сташевський О. С., здобувач гр.  
КН-21-Б  
Рудь О. С., здобувачка гр. КН-21-Б  
Половенко Л.П., к. пед. н., доцент,  
кафедри прикладної математики*

### **СФЕРИ ЗАСТОСУВАННЯ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНОГО ЧИСЛЕННЯ**

*Донецький національний університет імені Василя Стуса, м. Вінниця*

Поняття похідної – це не тільки фундаментальне поняття математичного аналізу, за допомогою якого досліджують процеси і явища в природничих, соціальних, економічних науках. До відкриття похідної незалежно один від одного прийшли два відомих вчених – Ньютон і Лейбніц наприкінці XVII століття, проте ще задовго до цього Архімед розв'язав задачу на побудову дотичної до кривої та знайшов максимум деякої функції [1]. Похідна - основне поняття диференціального числення, що характеризує швидкість зміни функції.

Мета роботи – продемонструвати важливість застосування похідної в різних сферах життя, її вплив на наше повсякдення, обґрунтувати важливість математики при дослідженні природних явищ.

Не зважаючи на те, що у географії похідна не так широко застосовується, все ж її використання значно полегшує життя, особливо, якщо брати такий розділ географії як економіку. До речі, аналогові