

При прогнозировании инвестиций с использованием большого количества данных и оперативного представления результативности расчётов имеет важное значение машинное обучение пользователей. Многие алгоритмы машинного обучения используют комплексные числа для оптимизации и анализа данных. Представление результатов прогнозирования инвестиций для железной дороги рассматривается в геометрическом моделировании. Полигон железной дороги имеет пространственную геометрию. Поэтому для описания пространственных преобразований и операций при работе с инвестициями комплексные числа могут быть наиболее эффективными. Они позволяют оптимизировать хранение данных. В данном случае с помощью комплексных чисел можно моделировать различные параметры и характеристики модулей хранения данных для их оптимизации и минимизации операций с ними. С учётом того, что при прогнозировании инвестиций в железнодорожный транспорт на всех этапах выполняется статистический анализ. При его проведении комплексные числа могут использоваться для представления данных с несколькими измерениями, что характерно для железнодорожной статистики и позволяет более точно описывать многомерные данные.

Список литературы

- 1 Прояева, И. В. Применение теории комплексных чисел к решению прикладных задач / И. В. Прояева, А. Д. Сафарова // Актуальные проблемы и перспективы в сфере инженерной подготовки : монография. – Оренбург, 2023. – С. 111–116.
- 2 Гамова, Н. А. Комплексные числа и функции комплексного переменного : учеб. пособие / Н. А. Гамова, А. Н. Гирина, И. П. Томина. – Оренбург : ОГУ, 2022. – 124 с.
- 3 Воробьев, Е. Г. Комплексные числа и оптимизация средств хранения информации в глобальных информационных системах // Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». – 2015. – № 2. – С. 22–26.

УДК 165:519.8

РОЛЬ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В СОВРЕМЕННОЙ НАУЧНОЙ КАРТИНЕ МИРА И В ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛИСТОВ

O. B. НИЗОВА

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Развитие науки в XXI веке может рассматриваться как этап синтеза междисциплинарных исследований, «слияния наук», достигших «предела миниатюризации» (по удачному выражению члена-корреспондента РАН

М. В. Ковальчука). Этот синтез подразумевает глубокое познание общих для наук природных систем, направленное на создание единой картины мира из отдельных онтологий. Тесно связанный с расширением научных знаний новый технологический уклад требует подготовки таких технических специалистов, которые даже при узкой специализации будут обладать пониманием фундаментальных природных закономерностей, сформулированных современной им наукой. При этом надо учесть, что основной универсальный язык науки со времён Галилео Галилея – это математика. Математическое и компьютерное моделирование вносят весомый вклад в современную научную картину мира, частично заменяя эксперимент в том случае, когда его сложно провести по технико-экономическим причинам.

Курс философии как базовый компонент отечественной системы образования подразумевает ознакомление студентов с основами современной научной картины мира. Полагаем, что для будущих технических специалистов целесообразно введение в этот курс краткой информации о некоторых математических моделях современной науки. Как показывает накопленный педагогический опыт, такое внедрение приносит несколько результатов: уважение к труду исследователей, расширение кругозора студентов относительно практической применимости высшей математики и рост интереса к междисциплинарным исследованиям и инженерным решениям.

Например, рассказ о космологии и реляционной концепции пространства и времени можно дополнить уравнением общей теории относительности, объяснив, что левая часть уравнения характеризует геометрию пространства-времени, а правая – энергию нашей Вселенной, в том числе и темную энергию, благодаря которой Вселенная ускоренно расширяется, и обратив внимание студентов на то, что гравитация выступает как проявление кризисны:

$$R_{\mu\nu} - \frac{R}{2} g_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu},$$

где $R_{\mu\nu}$ – тензор Риччи, R – скалярная кривизна, Λ – космологическая постоянная, $T_{\mu\nu}$ представляет собой тензор энергии-импульса материи, (c – скорость света в вакууме, отражающая максимальную скорость распространения гравитации, G – гравитационная постоянная Ньютона), $g_{\mu\nu}$ – симметричный тензор, а греческие индексы пробегают значения от 0 до 3. Уместно подчеркнуть эффективность этой математической модели, которая была подтверждена обнаруженными гравитационными волнами и гравитационными линзами.

Особенности строения микромира хорошо иллюстрируются основным уравнением квантовой механики, уравнением Шрёдингера, описывающим состояние атомов и субатомных частиц:

$$\frac{d^2\Psi}{dx^2} + \frac{8\pi^2 m}{h^4} (E - U) \Psi = 0,$$

где x – расстояние, h – постоянная Планка, m – масса, E – полная энергия частицы и U – потенциальная энергия частицы. Следует обратить внимание студентов на то, что, по мнению широкого круга исследователей, уравнение Шрёдингера, как и уравнение общей теории относительности Эйнштейна, наделено особой выразительной красотой [1, 2]. Краткие пояснения к уравнению послужат основой для формирования у студентов первоначальных представлений о принципах работы квантового компьютера, который в научных целях используется, в том числе, для симуляции квантовой динамики (среди информационно-научных достижений 2025 г. – симуляция взаимодействия химических связей молекул аллена, бутатриена и пиразина со светом, что в ближайшей перспективе приведёт к усовершенствованию солнечных батарей [3]). Для современной научной картины мира важен и тот факт, что с помощью уравнения Шрёдингера можно рассчитать квантовые эффекты в биологических системах: например, в мае 2025 г. было экспериментально доказано, что перенос протонов в живых системах является не только химическим, но и квантовым процессом, поскольку в лизосомах протоны перемещаются в зависимости от спина электронов молекул воды и аминокислот [4].

В современной научной картине мира значительное место занимает синергетика, однако изложение её принципов в учебниках по философии не сопровождается указанием того, на какой основе они были получены. По крайней мере, в технических учреждениях высшего образования можно уделить внимание тому, что впервые нелинейная химическая реакция в первоначально однородной среде была смоделирована знаменитым кибернетиком А. Тьюрингом в его неоконченной работе «Химические основы морфогенеза» в виде следующей системы уравнений «реакция – диффузия»:

$$\frac{\partial x}{\partial t} = P(x, y) + D_x \frac{\partial^2 x}{\partial r^2}, \quad \frac{\partial y}{\partial t} = Q(x, y) + D_y \frac{\partial^2 y}{\partial r^2}.$$

В случае нелинейного взаимодействия переменных x и y в системе может возникать неустойчивость гомогенного стационарного состояния и образуются сложные пространственно-временные режимы типа автоволн или диссипативных структур – стационарных во времени и неоднородных по пространству распределений концентраций. Условием появления структур в таких системах является различие коэффициентов диффузии реагентов, а именно – наличие близкодействующего «активатора» с малым коэффициентом диффузии и дальнодействующего «ингибитора» с большим коэффициентом диффузии. Такие условия в двухкомпонентной системе были более подробно изучены основателем школы синергетики И. Р. Пригожиным на

классической модели «брюсселятор» (по названию брюссельской школы Пригожина и Лефевра), которая имеет следующий вид:

$$\frac{\partial x}{\partial t} = A + X^2 Y - (B + 1) X + \frac{b^2 x}{\partial r^2}, \quad \frac{\partial y}{\partial t} = BX - X^2 Y + \frac{b^2 y}{\partial r^2},$$



и описывает гипотетическую схему химических реакций, где две молекулы x и одна молекула y превращаются в три молекулы x .

Подобная реакция возможна в процессах с участием ферментов с двумя катализитическими центрами. Нелинейность этой реакции в сочетании с процессами диффузии вещества и обеспечивает возможность образования пространственных структур в первоначально однородной системе, т. е. морфогенез [5]. Таким образом студентам можно проиллюстрировать знаменитый «порядок из хаоса», возникновению которого уделяется внимание в биологии и социальных науках.

Интересными для понимания принципов моделирования в современной науке являются и физико-математические динамические модели ДНК, где модель второго уровня представлена динамикой эластичных стержней с круговым сечением [6], а также модели нейронов, с которыми связаны нейроморфные вычислительные модели.

Богатый исследовательский материал, предоставляемый современной наукой и технологиями, должен быть задействован в учебном процессе на понятном для студентов уровне и стимулировать их к разработке собственных инженерных решений.

Список литературы

1 **Moscowitz, C.** The 11 most beautiful mathematical equations / C. Moscowitz / Live science. – URL: <https://www.livescience.com/57849-greatest-mathematical-equations.html> (date of access: 17.09.2025).

2 It must be beautiful: great equations of modern science / Ed. G.Farmelo. – L., N.Y. : Granta, 2003. – 284 p.

3 **Tripathi, A.** World's first: Quantum simulation reveals real-time atom dance in light-driven processes / A. Tripathi // Interesting engineering. – URL: https://interestingengineering.com/science/real-time-atom-dance-revealed?utm_source=ixbtcom (date of access: 17.09.2025).

4 **Голованов, Г.** Ученые обнаружили квантовые эффекты в биологических клетках / Г. Голованов // Хайтек +. – URL: <https://hightech.plus/2025/05/06/uchenie-obnaruzheni-kvantovye-effekti-v-biologicheskikh-kletkah> (дата обращения: 17.09.2025).

5 **Ризниченко, Г. Ю.** Биология математическая / Г. Ю. Ризниченко. – URL: <https://www.library.biophys.msu.ru/MathMod/BM.HTML#ba> (дата обращения: 17.09.2025).

6 Динамические модели в биологии // Информационная система. – URL: <https://www.dmb.biophys.msu.ru/models> (дата обращения: 17.09.2025).