

УДК 91:502.12:510.83

Сергей КОРОТУН,

*кандидат географических наук,
доцент кафедры экономики
предприятия, Национального
университета водного хозяйства,
г. Ровно, Украина*

Геннадий КАРОПА,

*кандидат педагогических наук,
доцент, заведующий кафедрой
географии Гомельского
государственного университета
им. Ф. Скорины, г. Гомель,
Республика Беларусь*

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ ХАОСА И НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ШКОЛЬНИКОВ И СТУДЕНТОВ

В статье рассматриваются направления применения математической теории хаоса в современном естественнонаучном образовании школьников и студентов. Раскрываются возможности применения и определяются требования, предъявляемые математической теорией хаоса к педагогической действительности. Рассматриваются отдельные перспективные области применения теории хаоса в научных дисциплинах.

Ключевые слова: *теория хаоса, фрактал, нелинейные процессы, нелинейные динамические процессы.*

У статті розглядаються напрями застосування математичної теорії хаосу в сучасній природничонауковій освіті школярів і студентів. Розкриваються можливості застосування і визначаються вимоги, що пред'являються математичною теорією хаосу до педагогічної дійсності. Розглядаються окремі перспективні сфери застосування теорії хаосу в наукових дисциплінах.

Ключові слова: *теорія хаосу, фрактал, нелінійні процеси, нелінійні динамічні процеси.*

In the article directions of application mathematical theory of chaos are examined in modern natural-science education of schoolchildren and students. Possibilities of application open up and the requirements produced by the mathematical theory of chaos to pedagogical reality are determined. Separate perspective application of theory of chaos domains are examined in scientific disciplines.

Keywords: *theory of chaos, fractal, nonlinear processes, nonlinear dynamic processes.*

Актуальность темы. Теория хаоса – частная научная методология, использующая математический аппарат для описания поведения некоторых нелинейных динамических систем, подверженных при определенных условиях явлению, известному в науке как хаос [7, 8, 12]. Эта новая область научных исследований, использующая общие математические принципы и компьютерное моделирование, связывает философию, математику, естествознание и теорию образования, открывает новые пути познания мира природы, общества и человека. Теория хаоса, развивая некоторые принципиально новые модели инновационного мышления, может явиться весьма удобной научной парадигмой для понимания и объяснения многих проблем современного естествознания и определения целей, задач, содержания и методов совершенствования естественно-научного образования в современной общеобразовательной школе и педагогическом вузе [2, 3, 5, 6]. С точки зрения методологии науки, теория хаоса представляет собой, по сути, некоторую научную парадигму, предполагающую новую модель восприятия и объяснения мира природы и общества [2, 6].

Термин «теория хаоса» широко используется в философской и научно-популярной литературе. Физики и математики обычно рассматривают данное учение в качестве специального раздела теории динамических систем, оперируя понятием «динамический хаос» [7, 8, 10, 12].

В современных научных исследованиях теория хаоса прилагается чаще всего к нелинейным динамическим системам, то есть к системам с очень большим количеством подвижных компонентов. Внутри этих систем существует непериодический порядок. Однако структура и стабильность находятся внутри любой внешне обзриваемой беспорядочности. Беспорядочная совокупность данных может поддаваться упорядочиванию в разовые модели. Теория хаоса специально акцентирует внимание на том, что небольшие изменения каких-либо условий на входе способны привести к дивергентным диспропорциям на выходе [7, 8, 10].

Изложение основного материала.

Современная теория хаоса исходит из представлений о том, что:

- хаос является самоорганизующейся нелинейной динамической системой, в которой действуют определенные закономерности (самоорганизация, эволюция, системная дифференциация и др.), ведущие данную систему от состояния хаоса в состояние некоторой упорядоченности (структурного порядка);
- поведение нелинейной динамической системы является случайным даже в том случае, если модель, описывающая систему, носит строго детерминированный характер;
- сложные динамические системы чрезвычайно зависимы от первоначальных условий и небольшие изменения «на входе» ведут к непредсказуемым последствиям «на выходе»;
- динамическая система работает в сторону главного изменения как результат небольших, в начале часто игнорируемых событий;
- хаотические системы, несмотря на внешнюю неупорядоченность, на са-

мом деле все же подчиняются некоторому строгому закону и, следовательно, являются достаточно упорядоченными [7, 8, 10, 12].

Существуют различия между классической линейной парадигмой и теорией хаоса. Классическая линейная парадигма предполагает поиск основных причин изменения и развития системы в факторах, которые лежат не внутри данной системы, а в тех факторах, которые находятся за ее пределами, то есть во внешних факторах окружающей среды [10, 12].

В противоположность линейным парадигмам, нелинейная парадигма хаоса видит главную причину развития систем не во внешних факторах среды, а во внутренних факторах и механизмах, не отрицая при этом роли окружающей среды, постоянно бросающей системе свои вызовы. Таким образом, теория хаоса не противоречит классическим линейным парадигмам, но она идет гораздо дальше последних.

В общей педагогике классической формой выражения линейной парадигмы может являться следующее утверждение: «Развитие личности целиком определяется овладением общественным опытом, основу которого составляют научные знания, умения и способы творческой деятельности, их мировоззренческая и морально-эстетическая направленность» [11, с. 142].

Классический подход описывает линейное поведение отдельных объектов. Теория хаоса изучает статистические тенденции очень многих взаимодействующих объектов (метасистем). Таким образом, в действительности, теория хаоса, происходящая из классической физики и математики, в плане научного объяснения существенно превосходит многие линейные построения.

Одной из центральных идей в теории хаоса является положение о невозможности точного предсказания состояния системы [7, 10]. Задача предсказания (прогнозирования) общего поведения системы вполне традиционна и выполнима. Однако теория хаоса концентрирует свои усилия не на беспорядке системы (наследственной непредсказуемости), а на унаследованном ей порядке, на том общем, что присуще поведению многих похожих систем. Теория хаоса имеет дело с закономерностями и результатами (продуктами) этих закономерностей. Одним из таких продуктов является фрактал. Теория хаоса использует фрактал в качестве индикатора (критерия, знака) существования определенной закономерности, лежащей в основе развития той или иной природной системы [8]. Фрактал – противоположность хаоса. В указанном аспекте теория хаоса соприкасается с синергетикой и общей теорией катастроф.

Таким образом, теория хаоса, о которой многие думают как о непредсказуемости, оказывается, в сущности, наукой о предсказуемости даже в наиболее нестабильных системах. Хаос – это и есть определенный законами природы порядок. Более того, хаос – это даже не просто порядок, а сущность порядка.

Теория хаоса осмысливает окружающую действительность в таких понятиях и терминах, как «динамический хаос», «нелинейные динамические системы», «саморазвитие», «эффект бабочки», «бифуркация», «топологическое смешивание», «странные аттракторы», «фракталы», «логистическое отображение»

и др.

Теория хаоса полезна как средство интерпретации научных данных по-новому. Осмысление педагогической действительности в системе понятий и терминов теории хаоса позволяет сформулировать ряд требований и условий, предъявляемых к процессу обучения в современной общеобразовательной школе и педагогическом вузе.

Основное требование, предъявляемое математической теорией хаоса к педагогической действительности, заключается в том, что обучение в средней и высшей школах должно носить личностно-ориентированный характер и быть направлено на раскрытие творческого потенциала личности. Другими словами, обучение должно создавать условия для всемерного саморазвития личности. Соответственно, фронтальные подходы, изначально ориентированные на некоторого «среднего» ученика или студента, должны уступать место индивидуальным подходам, предполагающим строгий учет и последовательную реализацию психолого-возрастных и индивидуальных особенностей личности каждого школьника или студента. «Одной из важнейших задач современной общеобразовательной школы, – справедливо утверждают психологи, – является обеспечение условий для развития личности каждого ученика на основе знания и учета его возрастных и индивидуальных особенностей» [1, с. 5].

Теория и практика обучения в современных общеобразовательной и высшей школах должны ориентироваться на всемерное развитие продуктивного мышления. Линейное строго детерминированное причинно-следственное мышление не предоставляет достаточных условий для развития творчества и инноваций. Творческое инновационное мышление – это мышление хаотическое, образное, пространственное. Географическое мышление – частный случай нелинейного образного мышления.

Изучение пространственных понятий объективно выходит за рамки традиционных линейных причинно-следственных территориальных подходов, требует реализации качественно новой парадигмы учебного процесса. Теория хаоса, предоставляющая инновационный подход к изучению мира природы, общества и человека, может оказаться в этом отношении весьма полезной методологией.

Выводы. Реальный процесс обучения в общеобразовательной и высшей школах должен строиться на основе поэтапной реализации принципа системной дифференциации. Нейропсихологический смысл этого принципа состоит в том, что развитие когнитивных структур в онтогенезе идет по линии их прогрессивного усложнения, что более развитые, сложные, высоко расчлененные и иерархически упорядоченные когнитивные структуры, допускающие широкий, глубокий, многоаспектный и гибкий анализ и синтез окружающей действительности, развиваются только из более простых, диффузных, глобальных или плохо расчлененных структур путем их постепенной дифференциации [2, 6].

В соответствии с основными положениями математической теории хаоса, в содержании школьного естественнонаучного образования необходимо существенно увеличить удельный вес теоретических знаний, представленных эле-

ментами научных теорий, законами и закономерностями, гипотезами, прогнозами, ведущими мировоззренческими идеями и научными понятиями. Различного рода фактические сведения следует привлекать в той мере, в какой это необходимо для раскрытия теоретических положений. Ведущая роль теоретических знаний в интеллектуальном развитии личности подтверждается не только основными положениями теории хаоса, но и психологической концепцией развивающего обучения [1, 2, 6].

Современное естественнонаучное образование изобилует пугающими воображение учащихся перспективами глобального потепления климата, повышения уровня Мирового океана, разрастания озоновых дыр в атмосфере, всеобщей нищеты, голода и исчезновения всех живых существ. Не отрицая важности научного прогноза в естествознании, необходимо все же постоянно подчеркивать вероятностный характер современных геоэкологических прогнозов.

Изучение прогнозов развития природы и общества в курсах физики, химии, географии и экологии не должно вести учащихся в сферу отчаяния и пессимизма, тем более, что неустойчивость многих явлений способна в один прекрасный день обернуться благом, поскольку неустойчивость означает, что желаемый эффект может быть достигнут очень малым возмущением [9].

ЛИТЕРАТУРА

1. Возрастные и индивидуальные особенности образного мышления учащихся; под ред. И. Я. Якиманской. – М.: Педагогика, 1989. – 224 с.
2. Каропа Г. Н. Парадигмальные сдвиги и новые тенденции в экологическом образовании школьников / Г.Н. Каропа // Адукацыя і выхаванне. – 2009. – № 9. – С. 15 – 21.
3. Каропа Г. Н. Принцип системной дифференциации и проблемы школьной географии / Г.Н. Каропа // Географія: Праблемы выкладання. – 2008. – № 6. – С. 3–12.
4. Каропа Г. Н. История и методология географии: курс лекций / Г. Н. Каропа. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2006. – 278 с.
5. Каропа Г. Н. Общее землеведение: курс лекций / Г.Н. Каропа. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2006. – 153 с.
6. Каропа Г.Н. Методика преподавания географии: курс лекций / Г.Н. Каропа. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2004. – 248 с.
7. Кузнецов А. П. Колебания, катастрофы, бифуркации, хаос / А.П. Кузнецов. – Саратов: Колледж, 2000. – 98 с.
8. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы; пер. с англ. / Б. Мандельброт. – М. : Ин-т компьютерных исследований, 2002. – 654 с.
9. Нейман Дж. Теория самовоспроизводящихся автоматов; пер. с англ. / Дж. фон Нейман. – М. : URSS, 2009. – 382 с.
10. Пригожин И. Порядок из хаоса: новый диалог человека с природой; пер. с англ. / И. Пригожин, И. Стенгерс. – М. : Прогресс, 1986. – 432 с.
11. Харламов И. Ф. Педагогика: учебник / И. Ф. Харламов. – Мн. :

Універсітэцкае, 2000. – 560 с.

12. Turing A. M. Mathematical Logic: Coll. works of A. M. Turing / A. M. Turing – Amsterdam: Elsevier, 2001. – 293 p.