

Шурыгина Л.С., Рашевская Е.И.

¹Доцент кафедры физики СГПУ,

²Студентка 5 курса группы 5М–2 физико-математического факультета СГПУ

Вопросы синергетики в курсе физики

Проблемы совершенствования образования, сокращения отставания его от современного состояния науки очень актуальны в период быстрого развития последней. Огромное количество появляющихся теорий и экспериментальных фактов невозможно втиснуть в рамки соответствующей дисциплины. Но в этом нет и необходимости. Нужно учить, главным образом, не тому «что думать», а «как думать» в соответствии с современным мировоззрением. Дидактической обработке подлежат в первую очередь те направления развития науки, те открытия, которые вносят новое в естественнонаучную картину мира, изменяют представления о научной рациональности. В последние десятилетия особенно привлекательным в этом отношении является междисциплинарное направление исследований открытых нелинейных систем, которое Г. Хакен назвал синергетикой. По мнению члена-корреспондента РАН М.В. Волькенштейна синергетика – новое мировоззрение, отличное от ньютоновского классицизма. На международном философском конгрессе в 2002 г. (г. Москва) синергетика была названа ядром формирующейся картины мира постнеклассической науки XXI века.

Синергетика, нелинейная динамика быстро развиваются. Считается, что к настоящему времени сформировались три парадигмы синергетики [1]. Учитывая время появления соответствующих концептуальных схем, моделей постановки и решения проблем, первой можно назвать парадигму самоорганизации, второй – парадигму детерминированного хаоса, третьей – парадигму самоорганизованной критичности или парадигму сложности.

Наша работа посвящена проблемам совершенствования образования в соответствии с первыми двумя парадигмами. Вопросы, связанные с третьей парадигмой (изучение свойств масштабно-инвариантных систем, степенные законы распределения и т.п.), – темы для последующих исследований.

В литературе по дидактике физики признается необходимость и возможность учитывать парадигмы синергетики при формировании содержания физического образования [2-4]. В некоторых общеобразовательных учебных заведениях (Москва, Саратов, Ижевск) планируется изучение элементов синергетики. Кроме того, считается общепризнанным, что синергетические принципы должны быть положены в основу образовательных технологий. Педагогика имеет дело с открытыми нелинейными сложными системами: содержание образования, система знаний и умений учащихся и т.д. Именно такие системы изучает синергетика. Один из ее основателей физик Г. Хакен в последние годы занялся разработкой синергетического подхода к изучению деятельности мозга.

Нами отобрана минимальная по объему система понятий и представлений, важных для методологического основания курса физики:

- соотношение динамических и статистических закономерностей, понятие детерминированного хаоса;
- понятие неустойчивости и ее роль в эволюции природных систем;
- понятие нелинейности, линейность как первое приближение в познании нелинейной реальности, свойства нелинейных систем.

Успех ньютоновской механики привел к длительному господству убеждения, что первичными, наиболее фундаментальными являются динамические законы. С появлением квантовой механики положение изменилось – признана фундаментальность статистических законов в микромире. Хотя поиск «скрытых параметров» продолжался долго. Во второй половине XX века стало ясно, что статистическое описание является фундаментальным не только в микромире, но и на макроскопическом уровне структурной организации материи.

Знаменательно признание, сделанное президентом Международного союза теоретической и прикладной механики в 1986 г.: «Мы все глубоко сознаем сегодня, что энтузиазм наших предшественников по поводу великолепных достижений ньютоновской механики побудил их к обобщениям в этой области ... которые, как мы теперь понимаем, были ложными. Нас не покидает коллективное желание признать свою вину за то, что мы вводили в заблуждение широкие круги образованных людей, распространяя идеи о детерминизме систем, удовлетворяющих законам движения Ньютона,- идеи, которые, как выяснилось после 1960 г., оказались неправильными». (Цитируется по [5, с.85]). «Детерминизм, долгое время казавшийся символом научного познания в настоящее время сведен до положения свойства, справедливого только в ограниченном круге ситуаций», - доказывает И. Пригожин [5]. Кроме того, вследствие чрезвычайной чувствительности большинства динамических систем к начальным условиям («эффект бабочки») и вытекающему отсюда свойству неустойчивости траекторий (фазовых траекторий), вероятности обретают объективный смысл.

Анализ результатов анкетирования учителей физики показал, что примерно половина из них считает первичными, наиболее фундаментальными динамические закономерности. Утверждение о возможности как субъективного, так и объективного характера случайных событий, приведенные в учебном пособии для 10 кл. [6], не смог объяснить ни один из учителей. Эти данные следует учитывать при формировании содержания физического образования. Как известно, субъективная интерпретация имеет своим источником наше незнание. Объективная интерпретация возможна для неустойчивых динамических систем даже при малом числе частиц.

Понятие неустойчивости динамических систем и, следовательно, представления о необходимости несводимого вероятностного их описания, вполне доступны не только студентам, но и учащимся общеобразовательных

школ [7]. Динамическая неустойчивость движения выражается экспоненциальной расходимостью близких в начальный момент траекторий. Следствием этого является их перемешивание (система в ограниченном объеме). Это позволяет при изучении молекулярной физики перейти от описания системы на основе уравнений движения частиц к более простому описанию с помощью функций, сглаженных по объему перемешивания. Это радикально меняет способ описания, система частиц заменяется сплошной средой. При этом нарушается временная симметрия, появляется необратимость.

Мода на синергетику привела к появлению не совсем корректного учебного материала, формирующего привычку к поверхностности знаний. Например, в одной из московских школ предлагается знакомить учащихся с S-теоремой Климонтовича Ю.Л. (http://sins.xaoc.ru/lections/lecture_10_03.html). По нашему мнению это возможно, в лучшем случае, в курсе теоретической физики. Речь идет об установлении критериев относительной степени упорядоченности стационарных состояний в пространстве управляющих параметров. Если за начало отсчета степени хаотичности принять стационарное состояние, соответствующее нулевому значению управляющего параметра, то, по мере удаления от этого состояния вследствие изменения управляющего параметра, значение энтропии, отнесенное к заданному значению средней энергии, уменьшается. Для того, чтобы доказать это утверждение, нужно знать: каноническое распределение Гиббса, связь энтропии с функцией распределения для неравновесных состояний, способ перенормировки функции распределения и энтропии к одной и той же энергии. Естественно, в средней школе сделать это невозможно.

Таким образом, так называемые парадигмы синергетики должны учитываться при формировании содержания физического образования как в высших, так и в общеобразовательных учебных заведениях при условии доступности материала. Кроме того, со свойствами открытых нелинейных систем нужно знакомить будущих учителей всех специальностей на базе школьных знаний по математике.

Литература

1. *Малинецкий Г.Г., Поталов А.Б.* Современные проблемы нелинейной динамики / Изд. 2-е, исправл. и доп.- М.: Эдиториал УРСС, 2002.-360 с.
2. *Тарасов Л.В.* Современная физика в средней школе. М.: Просвещение, 1990.
3. *Зорина Л.Я.* Отражение идей самоорганизации в содержании образования // Педагогика, №4, 1996, с. 105-109.
4. *Виненко В.Г.* Синергетика в школе //Педагогика №2, 1997, с.55-60
5. *Пригожин И., Стенгерс С.* Время, хаос, квант. К решению парадокса времени: Пер. с англ.- М.: Эдиториал УРСС, 2003.- 240 с.
6. *Гончаренко С.У.* Фізика 10 кл: Пробний навчальний посібник для ліцеїв та класів природничо-наукового профілю. - К.: Освіта, 1995.
7. *Шуригіна Л.С., Павлов С.В.* Про вивчення поняття необоротності / Пошуки і знахідки. Матеріали наукової конф. СДПУ, Слов'янськ, 2009. – с. 119-121.