

нем были опубликованы статьи только сотрудников кафедры. В последующие годы этот сборник стал межвузовским республиканским и издавался вплоть до 1991 года. Бессменным главным редактором сборника был профессор Ким А.Х. В 2002 г. возобновлено издание этого сборника и ему придан статус межведомственного.

Начиная со второй половины шестидесятых годов и почти до половины восьмидесятых кафедра являлась базовой по организации и проведению Республиканского научно-методического семинара по теоретической механике. Руководителем семинара в 1970-1982 г.г. был профессор А.Х. Ким, а ученым секретарем доц. Н.Б. Лембович. Затем было создано научно-методическое объединение преподавателей кафедр теоретической механики и теории механизмов и машин, которое до 1992 года в течение примерно 10 лет возглавлял профессор Ротт Л.А. (кафедра теоретической механики БТИ), а с 1992 года это объединение было вновь преобразовано в Республиканский научно-методический семинар преподавателей кафедр теоретической механики, ТММ, сопротивления материалов вузов РБ, которое возглавляет профессор Чигарев А.В., а ученым секретарем является доцент Корженевская Н.Н.

С 1975 г. по 1985 г. профессор Ким А.Х., а с 1985 г. по 1991 г. доцент Горбач Н.И. наряду с проф. Роттом Л.А. входили в состав научно-методического совета по теоретической механике при Минвузе СССР от Белоруссии. В 1969 г. на базе нашей кафедры был проведен Пленум этого научно-методического совета, в работе которого принимали участие академик Ишлинский Ю.Ю., видные ученые и педагоги Тарг С.М., Яблонский А.А. и др.

Ученые кафедры профессора Татур Г.К. и Ким А.Х. принимали активное участие в работе Спе-

циализированного Совета по защите диссертаций при БПИ.

Профессор Татур Г.К. более 10 лет был заместителем председателя Совета, а доцент Аксенович Д.А. с 1972 г. по 1982 г. был ученым секретарем этого Совета.

Начиная с конца 60-х годов сотрудниками кафедры проводилась и проводится большая работа по вовлечению студентов в научно-исследовательскую работу. Ежегодно работают научные кружки, проводятся студенческие научно-технические конференции, лучшие студенческие работы представляются на Республиканский конкурс.

Большую активность и заинтересованность проявлял весь профессорско-преподавательский состав в работе методологического семинара по проблемам науки и общественно-политической жизни. Наиболее активно этот семинар работал с середины 60-х годов и вплоть до 1990 года.

Нельзя не отметить и такую важную в этот период работу, как общественная работа. В то время каждый сотрудник кафедры имел какое-либо одно или несколько поручений, выполняемых на общественных началах.

Начиная с 1952 года и по 1991 год, ежегодно преподаватели кафедры участвовали в сельхозработах, в основном являясь руководителями студенческих групп, направляемых в колхозы для оказания помощи в уборке картофеля и других сельскохозяйственных культур.

Свой 70-летний юбилей коллектив кафедры встречает с хорошими успехами в работе, в творческом расцвете способностей молодых преподавателей и с глубокой благодарностью ко всем, кто свои знания, свой опыт, свое педагогическое мастерство отдавал и отдает делу подготовки высококвалифицированных инженерных кадров.

## **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПАРАДИГМА СОВРЕМЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ**

**Чигарев А.В., Чигарев Ю.В.**

*The contemporary conception of an education and a science is considered. The basic of this conception is synergetic paradigm which proposes the system method for a consideration of the problems of education and science. This method is proposed for the construction of course of theoretical mechanics. We propose to study more general laws and principles of mechanics, then applications for solid body. Which*

*construction of the course allows to consider a stability of systems, nonlinear vibration and other contemporary problems in theoretical mechanics.*

Декларация ЮНЕСКО провозглашает в качестве основного направления в развитии высшего образования в XXI веке системный, междисциплинарный подход.

Как известно, еще в Древней Греции существовало два подхода к построению картины окружающего мира.

Идеи Платона, положившие начало редукционистскому подходу [1], получили широкое развитие, начиная с Галилея и Ньютона. Современная технологическая цивилизация базируется именно на парадигме редукционизма, в основе которой лежат представления об окружающем мире как движущейся материи, состоящей из отдельных тел, частиц, полей. Эти части обладают индивидуальными свойствами и подчиняются законам, получаемым на основе математических моделей изучаемых явлений.

Аристотелева система мира считала, что в процессах, протекающих в окружающей человека среде, целое важнее его составляющих. Аристотель утверждал, что мир представляет собой иерархическую систему, в которой низшие формы подчиняются высшим, т.е. находятся в динамической взаимосвязи.

Аристотелев подход называется холистическим [1] (целостным, глобальным) ориентирует исследователей на изучение системного явления и рассматривает каждое явление не как простую сумму составляющих, а выдвигает на первое место связи и взаимодействия между частями целого как общей системы.

Аристотелева парадигма господствовала до Галилея и Ньютона и была постепенно вытеснена из науки как схоластическая под влиянием технических успехов, основанных на парадигме редукционизма. Победное шествие ньютоновских идей на протяжении 300 лет привело к тому, что получено и накоплено колоссальное количество специальной информации в различных узких областях.

Однако в силу диалектики чрезмерно большое количество частных результатов приводит к информационному голоду в разных областях знаний. Надежды на то, что компьютеры помогут в решении информационных проблем пока не оправдываются, так как компьютер оперирует огромным количеством данных, создавая иллюзию всеохватности изучаемой проблемы. На самом же деле компьютер может способствовать тиражированию деталей и частных, придавая им важную роль.

Известный специалист в области кибернетики С. Бир считает, что чрезмерно подробные данные представляют собой современную разновидность загрязнения окружающей среды [2,3]. Чрезмерная надежда на компьютер в на-

уке и образовании ведет к формированию кнопочного мышления [4].

К настоящему времени в научных и преподавательских кругах развитых стран укрепляется понимание того, что путь узкой специализации ведет с одной стороны к информационному загрязнению окружающей среды, с другой к информационному голоду в сфере идей общего, систематизирующего, объединяющего характера.

В настоящее время становится все более актуальной разработка новой парадигмы в науке и образовании, которая позволила бы создать мировоззренческий фундамент для множества специальностей и специализаций. В последние годы логика развития науки привела к тому, что в ней достаточно интенсивно идут интеграционные процессы, базирующиеся на принципах синергетики, введенной Г. Хакеном [5]. Однако эти процессы в силу естественной инерционности образования еще не находят своего отражения в учебниках, особенно школьных, перегруженных избыточной специальной информацией. В курсах общего характера также пока мало встречаются обобщающие идеи, основанные на синергетических принципах.

Необходимо отметить, что в учебной литературе для студентов новые идеи и подходы уже развиваются, в том числе и в учебниках по теоретической механике [6-9]. За рубежом, особенно в западных странах и России растет количество литературы, в том числе учебной, в которой делаются попытки изложения синергетической концепции, как фундамента современной науки и образования. Применение этой концепции позволяет в терминах единого языка излагать проблемы естествознания, гуманитарных наук, инженерии [4].

Применение единой синергетической концепции в образовании требует по-новому осмыслить изложение фундаментальных дисциплин: математики, механики, физики, химии, биологии, геологии. Базирующиеся на научном фундаменте инженерные и прикладные науки также будут менять подходы к изложению вопросов решения инженерных проблем. Идеи самоорганизации, хаотической и фрактальной динамики уже проникли в инженерно-техническую и в социально-гуманитарную среды [10].

Существенно то, что видимо постепенно будет происходить коренное изменение содержания учебного процесса на основе новой концепции и на этой базе должны разрабатываться новые информационные технологии. Эта работа уже ведется в ведущих научно-образовательных центрах Запада, Азии, России и других стран.

Теоретическая механика является базовой дисциплиной, где студент впервые знакомится

с простейшими моделями реального мира. В традиционном классическом изложении теоретической механики для инженеров деление на разделы «Статика», «Кинематика», «Динамика» с точки зрения студентов равноценно. Однако с точки зрения механики в разделах «Статика», «Кинематика» механика как физическая наука отсутствует. Эти разделы принадлежат векторной геометрии. Сам по себе расчет статических и кинематических величин мало, что дает для общего развития физического и математического мышления студента. Вследствие той же традиции в динамике читается в основном векторная динамика, в меньшей степени аналитическая. Нелинейная динамика, теория устойчивости, составляющие физико-математический формализм синергетики, практически не затрагиваются. Однако в современном машиностроении, приборостроении и энергетике проблемы нелинейных колебаний, их устойчивость стоят весьма актуально [11].

С этой точки зрения мы хотели бы предложить одну из возможных концепций построения учебника по теоретической механике. Цель учебника дать базовые, фундаментальные законы как основу для решения прикладных, инженерно-технических задач. Наиболее общий научно-обоснованный подход можно развить на базе вариационных принципов, например, принцип Гамильтона-Остроградского, который позволяет получить уравнение Лагранжа II рода точки, системы, твердого тела. Этот подход для получения моделей механики сплошных сред развивали на Западе и в СССР (Л.И. Седов).

Другой подход, ближе к традиционному, состоит в том, что формулируются аксиомы Ньютона для точки и системы, основные задачи динамики (прямая, обратная, смешанная). Тогда статика рассматривается как частный случай обратной задачи динамики, когда закон движения (покой, равновесие) задан, требуется определить силы, реализующие этот закон, то есть решать задачи векторной статики. Величины, которые фигурируют в левой части уравнений Ньютона (радиус-вектор, скорость, ускорение) рассматривать в геометрии движения (кинематике). Далее формулируются основные законы движения динамики в векторной форме и дифференциальные и интегральные вариационные принципы механики, в том числе в обобщенных координатах.

После изложения законов и принципов общей механики рассматривается их применение в различных областях. Для технических специальностей ВУЗов Беларуси наиболее важной является механика твердого тела, поэтому динамика твердого тела и возникающие в связи с этим проблемы устойчивости колебаний, взаимодействия с другими телами должны рассматриваться как приложения теоретической механики.

Особое место отводится разделу, посвященному хаотической и фрактальной динамике, самоорганизации. Как известно, в классической механике выделялось три типа движения: равновесие, периодическое движение или предельный цикл и квазипериодическое движение. Эти состояния называются аттракторами, так как при наличии затухания фазовые кривые притягиваются к одному из перечисленных состояний. Новый вид колебаний, присущий многим нелинейным системам, получил название хаотических или состояний детерминированного хаоса, так как они возникают при детерминированных силах, начальных условиях, параметрах системы [12]. Траектории таких систем, начиная с некоторого времени, начинают вести себя случайным непредсказуемым образом. Причиной этого является повышенная чувствительность решения к малым изменениям начальных условий. Другое важное свойство хаотических колебаний состоит в быстром забывании предыдущих состояний. Важно, что число степеней свободы, при которых возникают хаотические колебания, может быть равно всего  $3/2$ .

Хаотические колебания связаны с состоянием, которое носит название странный (стохастичный) аттрактор [6].

Как известно, классическими аттракторами в фазовом пространстве являются точка, замкнутая кривая или поверхность в трехмерном пространстве.

Странный аттрактор представляет собой геометрический объект — фрактал. Понятие фрактала было сформулировано Мандельбротом, а еще раньше были сформулированы Хаусдорфом-Безиковичем понятия меры и размерности для пространств, размерность которых может быть дробной или больше их топологической размерности.

Разработаны различные критерии хаотических колебаний, в том числе энтропийный, что позволяет ввести в теоретическую механику понятие энтропии и закон изменения энтропии. Это означает, что в теоретической механике студенты знакомятся со всеми пятью основными законами механики: изменения (баланса) массы, импульса, кинетического момента, энергии, энтропии, которые являются базой для всей механики, в том числе сплошных сред.

Количественные оценки параметров хаотических колебаний получают на основе изучения показателей Ляпунова (в теории устойчивости) и фрактальной размерности.

Самоорганизация нелинейных динамических систем, которая ранее понималась как переход к временным, пространственным или пространственно-временным периодическим структурам за счет уменьшения числа степеней свободы, выделения параметров порядка и управляющих переменных, в последние 10-15 лет получила новую трактовку. Порядок в системе возникает из

хаоса не только в форме периодических структур, но и в форме хаоса со скрытым порядком, характеризующимся структурами фрактального типа, на основе которых возможен вероятностный прогноз состояний системы.

Это новейшая парадигма синергетики начинает оказывать все большее влияние на развитие современного естествознания, обществоведения.

Современный этап в науке и образовании — это исследование нелинейных моделей окружающего мира. Теоретическая механика традиционно является фундаментом построения моделей и их исследования, что уже находит воплощение в учебных планах ведущих университетов мира. Именно на базе синергетической парадигмы необходимо создавать новые информационные технологии в образовании в виде новых учебников, задачников, пособий, электронных учебников и пакетов программ. Первым шагом в этом направлении является включение в программы курса теоретической механики разделов нелинейной динамики систем.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Советский энциклопедический словарь. М.: Советская энциклопедия, 1986.
2. Бир С. Кибернетика и управление производством. М.: Издательство иностранной литературы, 1963.
3. Мойсеев Н.Н. Расставание с простотой. М.: Аграф, 1998, с. 201
4. Колесников А.А. Когнитивные возможности синергетики. Вест. РАН, 2003, т. 73, № 8, с. 727-734.
5. Хакен Г. Синергетика. М.: Мир, 1980.
6. Moon F.C. Chaotic and Fractal Dynamics. New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore, A Wiley-Interscience Publication, John Wiley and Sons, Inc. 1992. 408 p.
7. Маркеев А.П. Регулярная и стохастическая динамика. М.: РСД, 2002.
8. Козлов В. В., Фурта С.Д. Асимптотики решений сильно нелинейных систем дифференциальных уравнений. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1996, с. 244.
9. Арнольд В. М. Эргодичность в классической механике. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1999, с. 296.
10. Хейфец М. П., Кожуро П.М., Мрочек Ж.А. Процессы самоорганизации при формировании поверхностей. Гомель, 1999, с. 275.
11. Степин В.С. Саморазвивающиеся системы и перспективы техногенной цивилизации // Синергетическая парадигма. М.: Прогресс-Традиция, 2000.
12. Чигарев А.В. Стохастическая и регулярная динамика неоднородных сред. Минск, Технопринт, 2000, с. 425.

### КЛАССИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА КАК ОСНОВА СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ: ПРИМЕР ВИБРАЦИОННОЙ РЕЛАКСАЦИИ

Вихренко В.С.

*It is emphasized that classical mechanics is a firm basis for computer modeling a variety of phenomena on macro-, meso- and microscopic levels. Vibrational relaxation is considered as an example.*

В инженерном вузе теоретическая механика всегда занимала ведущее положение, поскольку обеспечивала фундамент традиционного инженерного образования. Однако расширение мировых информационных ресурсов, развитие новых технологий и технических направлений неизбежно ведет к сужению удельного веса традиционных дисциплин в вузовском образовании. Предстоящая реформа высшего образования может существенно усилить упомянутый процесс сужения, и нам, понимая важность классической механики и на современном этапе, необходимо видеть, насколько широко ее представления, методология и методы проникают во многие, если не во все, новые направления, пропагандировать достижения и роль механики,

отстаивать занимаемое ею место в высшей школе перед инстанциями, влияющими на формирование содержания высшего образования.

В этом плане следует отметить сообщение, сделанное на семинаре преподавателей механики два года назад [1], где были рассмотрены многочисленные приложения механики к решению инженерных и исследовательских задач. Этот перечень можно расширить.

Кафедра теоретической механики Белорусского государственного технологического университета на протяжении всего времени ее существования уделяла много внимания межпредметным связям и проблемному подходу в преподавании механики (см. [2-10]). Оба подхода тесно взаимосвязаны, а идеи последнего сейчас