

## НОВЫЕ СРЕДСТВА И ТЕХНОЛОГИИ В ЗАДАЧАХ МЕХАНИКИ

*Бул макалада компьютердик технологиялардын техникалык тексттин анализи каралган*

*В статье рассматриваются возможности компьютерных технологий в анализе и синтезе технического текста.*

*In this article I examined resources of computer technologies in analyze and synthesis of technician text.*

**Технология** – это процесс переработки исходных материалов в продукцию, целенаправленно организуемый человеком с целью обеспечения своих потребностей.

**Информация (informatio)** – один из ценнейших ресурсов общества наряду с известными традиционными материальными видами ресурсов, такими как нефть, газ, полезные ископаемые и др. С появлением электронно-вычислительной техники среди технологий появился их новый вид – **информационные технологии**, в которых «исходным материалом» и «продукцией» является информация<sup>1</sup>.

Термином «информационная технология» (**ИТ, Information Technology**) обозначают любую технологию, при помощи которой создается, хранится, используется, обрабатывается и передается информация. По аналогии с процессами переработки материальных ресурсов к технологиям можно отнести и процессы переработки информации. Причем, не зависимо от вида носителя информации в информационной технологии главная роль отводится информации.

Информационные технологии (ИТ) – это процессы, использующие совокупность средств и методов сбора, обработки и передачи данных (первичной информации) для получения информации нового качества о состоянии объекта, процесса или явления (информационного продукта). ИТ представляет собой процесс, состоящий из четко регламентированных правил выполнения операций, действий, этапов разной степени сложности над данными, хранящимися в компьютерах.

В настоящее время имеются основания для утверждения о том, что произошло становление новой науки – *науки об информационных технологиях – ИТ-науки, или итологии*. Основные черты итологии:

- *междисциплинарность*, что характерно для общезначимых дисциплин аналогично математике

---

<sup>1</sup> Громов Г.Р. Очерки информационной технологии.– М.: ИнфоАрт, 1992.– 331 с.

Бутенин Н.В., Фуфаев Н.А. Введение в аналитическую механику.– М.: Наука, 1991. – 256 с.

и философии;

- *эффективность* как метода познания, так и инструмента, усиливающего интеллектуальные возможности человека;
- *фундаментальность* для развития, по существу, всех областей знания и видов деятельности;
- *целевая направленность* на преобразование человеческой практики и бытия;
- *способность проникновения* во все аспекты жизни и деятельности человека.

Основными видами информационных технологий являются:

- Internet-технологии (сетевые);
- компьютерные технологии (аппаратные средства, программное обеспечение).

**Информационные системы (ИС).** ИС – это организационно-упорядоченная взаимосвязанная совокупность средств и методов ИТ, используемых для хранения, обработки и выдачи информации в интересах достижения поставленной цели. ЭВМ и средства связи применяются в качестве основных технических средств переработки информации, реализующих информационные процессы и выдачу данных, необходимых в процессе решений задач в любой области. ИС – это среда, составляющими элементами которой являются компьютеры, компьютерные сети, программные продукты, базы данных (БД), люди, различного рода технические и программные средства связи и т.д.

**Компьютерные технологии.** Современный компьютер представляет собой набор электронных переключателей, которые используются как для представления в двоичном коде (в виде двоичных единиц – битов), так и для управления обработкой информации. Они могут находиться в двух состояниях: «включено» и «выключено», что позволяет им сохранять двоичную информацию. В 1948 году транзистор был изобретен в Bell Laboratories инженерами Джоном Бардином, Уолтером Браттейном и Уильямом Шокли. Потребляемая транзисторами мощность незначительна, построенные на их основе компьютеры имели гораздо меньшие размеры и отличались более высоким быстродействием и эффективностью. Появление транзистора послужило началом миниатюризации компьютеров, эта тенденция сохраняется и в настоящее время.

**Редакторы текстов на ЭВМ** – это специальные программы, позволяющие вводить, искать, редактировать и сохранять различные тексты на ЭВМ, вплоть до научных отчетов и литературных произведений, а также личных и служебных архивов. Редакторы текстов наиболее удобны как средство для подготовки различного рода документов и создания архивов на ЭВМ. Ведение такого рода архивов составляет основу работы большого круга специалистов: бизнесменов, юристов, писателей, ученых, журналистов, инженеров, секретарей, референтов.

**Интернет-технологии.** Неотъемлемой чертой современных корпоративных информационных систем (КИС) стало применение Internet-технологий. Использование Internet-технологий позволяет организовать в сети Internet полнофункциональное виртуальное представительство, т.е. полный спектр информационной поддержки всех заинтересованных пользователей, особенно инженерно-технической деятельности.

**Экспертные интеллектуальные ИС.** Под интеллектуальными информационными технологиями обычно понимают такие ИТ, в которых предусмотрены следующие возможности: – наличие баз знаний, отражающих опыт конкретных людей, групп, обществ, человечества в целом, направленных на решение творческих задач в выделенных сферах деятельности, традиционно считавшихся прерогативой интеллекта человека. К таким задачам, например, относятся плохо формализуемые задачи типа принятия решений, проектирования, извлечения смысла, объяснения, обучения и т.п.:

– существование моделей мышления на основе баз знаний: правил и логических выводов; аргументации и рассуждений; распознавания и классификации ситуаций; обобщения и понимания и т.д.;

– умение формировать вполне четкие решения на основе нечетких, нестрогих, неполных, недостаточно определенных данных;

– способность объяснять выводы и решения, т.е. наличие механизма объяснений, особенно полезно в инженерной науке.

**Применение ИИТ.** Широкое применение также находят ИИТ для распределенного решения сложных задач, совместного проектирования изделий, построения виртуальных предприятий, моделирования больших производственных систем и электронной торговли, электронной разработки сложных компьютерных систем, управления системами знаний и информации.

Актуальной задачей современности в информационном плане является обеспечение надежного проектирования, экспертизы и управления всем объемом разнородных данных, которые порождаются, хранятся и используются в различных информационных системах.

**Информационные и сетевые технологии.** Информационные сети стали неотъемлемой составляющей развитого общества. Во всех передовых странах мира происходят процессы наращивания темпов развития информационных и сетевых технологий и расширяется компьютерная сеть Internet. Благодаря Internet-технологиям, международным и национальным академическим компьютерным сетям стали возможными дистанционное обучение и разработка научных проектов, в которых одновременно принимают участие тысячи исследователей из десятков стран (например, проект в области физики ядерных частиц – CERN).

**Использование сетевых технологий в научных исследованиях.** Обобщая многочисленные направления применения современных ИТ в мире, можно произвести их классификацию: государственное управление и экономика; экология, охрана окружающей среды, медицина и биология; научные исследования в технических дисциплинах.

**Использование сетевых технологий в образовательных целях.** Непосредственное применение компьютерных сетей в сфере образования связано с разработкой новейших образовательных и учебных программ, с привлечением Internet-технологий в учебный процесс, с созданием электронных библиотек, справочно-информационных систем, систем менеджмента в образовании, с автоматизацией и информационным сопровождением документов об образовании

(система «Образование»), с использованием специализированных банков данных и знаний, дистанционным обучением. Одной из наиболее характерных образовательных технологий с точки зрения необходимости применения информационных сетей есть дистанционное обучение.

Например, в КГУСТА разработаны для дистанционного обучения программа «Прометей», электронная библиотека, база данных преподавателей и студентов.

*Рассмотрим некоторые теоретические положения аналитической механики, которые могут быть объектом в лингвистических исследованиях с применением новых информационных технологий.*

При составлении уравнений движения механической системы обычно используют выражения ее кинетической и потенциальной энергий<sup>2</sup>.

Механическая (материальная) система – совокупность материальных точек (или тел), для которой движение каждой отдельной точки (или тела) из этой совокупности зависит от движения и положения остальных точек (или тел). Это значит, что между точками, составляющими механическую систему, существуют связи и силы взаимодействия (внутренние силы). На нее могут действовать и внешние силы. Связи, наложенные на систему, ограничивают произвольные положения или скорости ее точек при движении. Систему с наложенными на нее связями называют несвободной. Положение механической системы определяют декартовыми координатами  $x_v, y_v, z_v$  ( $v = 1, 2, \dots, N$ ), где  $N$  – число точек системы. Заметим, что если в механическую систему включены абсолютно твердые тела, то для них можно использовать, по меньшей мере, декартовы координаты трех точек при пространственном движении или двух точек – при плоском движении. В простейшем случае материальное тело представляют в виде материальной точки.

Связи, наложенные на систему, аналитически записывают в виде неравенств или равенств для функции от координат (голономные связи) и от скоростей (неголономные), если они неинтегрируемые, а возможно, и от времени (реономные). Неравенство отвечает связи, которую называют удерживающей. Равенство записывают для связи, называемой удерживающей.

В дальнейшем будем рассматривать лишь удерживающие геометрические связи, явно независимые от времени. Несвободные механические системы с наложенными геометрическими связями будем называть геометрическими **механическими системами**. Принятые ограничения несущественны для большого класса механических систем, встречающихся на практике. Однако для вывода уравнений движения можно использовать уравнения Лагранжа 2-го рода в обобщенных, в общем случае, недекартовых координатах.

**Обобщенными координатами** механической системы называют параметры любой размерности, полностью определяющие ее положение, т.е. положение каждой точки системы. Независимые (истинные) обобщенные координаты – это те, которые выбирают из всех параметров

---

<sup>2</sup> Практикум по теоретической и аналитической механике с применением ПЭВМ: Учебное пособие для студентов машиностроительных специальностей.– Харьков: НТУ «ХШ», 2002. – 76 с.

в минимальном количестве и которыми взаимно однозначно определяют положение материальных точек системы.

При наложенных на механическую систему геометрических связях, представленных независимыми уравнениями связей, количество которых равно  $k$ , число независимых обобщенных координат будет равным  $3N - k$ . В самом деле, если на  $3N$  координат наложено  $k$  независимых уравнений связей, то, разрешив эти уравнения относительно каких-либо  $k$  координат, можно выразить их через остальные  $3N - k$  координат, и тем самым определить положения точек механической системы через произвольные их значения (вариации обобщенных координат).

По определению, числом степеней свободы системы материальных точек называют число независимых вариаций обобщенных координат. При наличии голономных стационарных связей координаты точек системы однозначно определяют через независимые обобщенные координаты:

$$x_v = x(q_1, q_2, \dots, q_s); \quad y_v = y(q_1, q_2, \dots, q_s); \quad z_v = z(q_1, q_2, \dots, q_s);$$

$$v=1, 2, \dots, N,$$

где  $s$  – число степеней свободы системы,  $s = 3N - k$ ,  $k$  – число независимых уравнений связей.

Величины  $\dot{q}_i (i = 1, s)$  называют обобщенными скоростями,  $\ddot{q}_i (i = 1, s)$  – обобщенными ускорениями.

Кинетическую энергию геометрических систем можно представить в виде однородной функции 2-й степени (квадратичной формы) от обобщенных скоростей

$$T = \frac{1}{2} \sum_{i,k=1}^s a_{ik} \dot{q}_i \dot{q}_k. \quad (1)$$

Эта форма всегда является невырожденной и положительно определенной, причем равна нулю только тогда, когда все  $\dot{q}_i (i = 1, s)$  равны нулю.

Если внешние силы, действующие на точки геометрических систем, потенциальны, то выполняются соотношения:

$$F_{xv} = -\frac{\partial \Pi}{\partial x_v}; \quad F_{yv} = -\frac{\partial \Pi}{\partial y_v}; \quad F_{zv} = -\frac{\partial \Pi}{\partial z_v}; \quad v = \overline{1, N},$$

(2)

где  $\Pi = \Pi(x_v, y_v, z_v)$  – потенциальная энергия системы материальных точек в поле потенциальных сил;  $F_{xv}, F_{yv}, F_{zv}$  – проекции на координатные оси сил, действующих на материальные точки системы.

Каждой обобщенной координате  $q_i$  соответствует обобщенная сила, определяемая равенством

$$Q_i = \sum_{v=1}^N \left( F_{xv} \frac{\partial x_v}{\partial q_i} + F_{yv} \frac{\partial y_v}{\partial q_i} + F_{zv} \frac{\partial z_v}{\partial q_i} \right).$$

(3)

Для потенциальных сил это равенство, очевидно, можно записать так:

$$Q_i = -\frac{\partial \Pi}{\partial q_i}.$$

Необходимым и достаточным условием равновесия материальной системы при наличии идеальных связей является равенство нулю обобщенных сил<sup>3</sup>. Условие равновесия голономной системы в случае потенциальных сил, действующих на нее, запишем в виде:

$$\frac{\partial \Pi}{\partial q_i} = 0, \quad i = \overline{1, s}.$$

(4)

Отсюда следует, что в положении равновесия потенциальная энергия голономной системы имеет экстремальное значение. Элементарную работу потенциальных сил находим таким образом:

$$\partial A = \sum_{i=1}^s Q_i \partial q_i = -\partial \Pi.$$

В общем случае помимо потенциальных сил, определяемых потенциалом  $\Pi$ , на систему действуют непотенциальные силы, которые называют *гироскопическими*, если их мощность равна нулю, и *диссипативными*, если их мощность имеет отрицательное значение:

$$W = \sum_{i=1}^s \tilde{Q}_i \dot{q}_i \leq 0,$$

где  $\tilde{Q}_i = \tilde{Q}_i(t, q_j, \dot{q}_j)$  – силы, действующие на систему. Полная энергия системы равна сумме кинетической и потенциальной энергий  $E = T + \Pi$ .

**Кинетическим потенциалом**, или **функцией Лагранжа** называют разность кинетической и потенциальной энергий  $L = T - \Pi$ . При движении геометрических систем, когда потенциальная энергия явно не зависит от времени, производная от полной энергии по времени равна мощности сил

$$\frac{dE}{dt} = \sum_{i=1}^s \tilde{Q}_i \dot{q}_i.$$

Систему называют **консервативной**, если она является голономной механической и на нее действуют лишь потенциальные силы, а потенциальная энергия явно не зависит от времени. В этом случае полная энергия консервативной системы не изменяется, т.е. сохраняется при ее движении

<sup>3</sup> Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике: Учебное пособие для техн. вузов / Яблонский А.А., Норейко С.С., Вольфсон С.А. и др.; Под ред. А.А. Яблонского. – 4-е изд., перераб. и дополн. – М.: Высш. шк., 1985. – 367 с.

$$\frac{dE}{dt} = 0; \quad T + \Pi = T_0 + \Pi_0 = const,$$

(5)

где  $T_0$  и  $\Pi_0$  – начальные значения кинетической и потенциальной энергий.

Для геометрических систем при действии непотенциальных гироскопических сил, мощность которых равна нулю, также имеет место закон сохранения полной энергии при ее движении, что соответствует записанной сумме  $T + \Pi = const$ . Если же на такую систему действуют диссипативные силы, то ее полная энергия убывает во время движения, т.е.:

$$\frac{dE}{dt} = \sum_{i=1}^s \tilde{Q}_i \dot{q}_i \leq 0. \text{ Действие диссипативных сил вызывает } \textit{рассеивание} \text{ (диссипацию) энергии.}$$

Если к точкам механической системы приложены силы сопротивления среды, пропорциональные 1-м степеням скоростей точек

$$\tilde{Q}_i = -\sum_{k=1}^s \beta_{ik} \dot{q}_k, \quad i = \overline{1, s},$$

где  $\beta_{ik} = \beta_{ki}$  – коэффициенты сопротивления (трения) вязкой среды, то мощность этих сил будет

$$\text{отрицательной} \quad \sum_{i=1}^s \tilde{Q}_i \dot{q}_i = -\sum_{i,k=1}^s \beta_{ik} \dot{q}_i \dot{q}_k \leq 0. \text{ Силы являются диссипативными, поэтому их}$$

мощность не будет положительной, и квадратичная форма, называемая диссипативной функцией

$$\text{Релея} \quad R = \frac{1}{2} \sum_{i,k=1}^s \beta_{ik} \dot{q}_i \dot{q}_k \geq 0, \text{ будет положительно определенной. Нетрудно увидеть, что}$$

диссипативные силы сопротивления среды получаются из функции Релея с помощью формул

$$\tilde{Q}_i = -\frac{\partial R}{\partial \dot{q}_i}, \quad i = \overline{1, s}.$$

(6)

Если геометрические системы движутся под действием потенциальных и непотенциальных диссипативных сил, а потенциальная энергия не зависит явно от времени, то удвоенная функция Релея равна скорости убывания полной энергии системы, т.е.

$$\frac{\partial E}{dt} = -2R.$$

(7)

Последнее равенство указывает на физический смысл функции Релея.

Мощность потерь механической энергии из-за наличия сил вязкого трения вычисляют по формуле

$$W = -\sum_{i=1}^N \mu_i v_i^2,$$

где  $\mu_i$  – коэффициенты вязкого трения среды;  $v_i$  – скорости движения точек. Для одномерного распределения материальных точек вдоль некоторого отрезка прямой длиной  $l$  при движении в вязкой среде получим выражение

$$W = - \int_0^l \mu^* v^2(z) dz, \quad (8)$$

где  $\mu^*$  – значение плотности коэффициента вязкого сопротивления среды, которое при равномерной плотности соответствует  $\mu^* = \mu/l$ .

Уравнения Лагранжа 2-го рода в независимых обобщенных координатах представляют собой уравнения движения голономных механических систем и записываются в виде:

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} - \frac{\partial T}{\partial q_i} = Q_i, \quad i = \overline{1, s}. \quad (9)$$

Для составления левых частей этих уравнений следует выразить кинетическую энергию

$$T = \sum_{v=1}^N m_v v_v^2$$

через независимые обобщенные координаты и обобщенные скорости. Обобщенные силы, стоящие в правых частях уравнений, могут быть найдены или непосредственно по формулам, которыми эти силы определяются, или как коэффициенты при вариациях обобщенных координат в выражении для виртуальной работы  $\delta A = \sum_{i=1}^s Q_i \delta q_i$ .

Очевидно, с помощью компьютерных технологий можно моделировать и анализировать технические тексты, в частности в задачах механики. Это позволяет оптимизировать и улучшать лингвистические параметры научного, методического содержания технического текста.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Громов Г.Р. Очерки информационной технологии.– М.: Ин-фоАрт, 1992.– 331с.
2. Бутенин Н.В., Фуфаев Н.А. Введение в аналитическую механику.– М.: Наука, 1991.– 256
3. Гантмахер Ф.Р. Лекции по аналитической механике.– М.: Наука, 1966.– 300 с.
4. Павловський М.А., Заплатний В.І. Аналітична механіка.– К.: НМК ВО, 1990.– 144 с.
5. ScaLAPACK Users' Guide. 1997:  
[http://www.netlib.org/scalapack/scalapack\\_home.html](http://www.netlib.org/scalapack/scalapack_home.html)  
[http://rsusu1.rnd.runnet.ru/ncube/scalapack/scalapack\\_home.html](http://rsusu1.rnd.runnet.ru/ncube/scalapack/scalapack_home.html).
6. The OpenMP Application Program Interface (API): <http://www.openmp.org>.
7. MPI: A Message-Passing Interface Standard. Message Passing Interface Forum. – Version 1.1. 1995: <http://www-unix.mcs.anl.gov/mpi>.



