

ние системы позволяет обнаруживать объект, определять его ориентацию и идентифицировать его на основе простого цифрового представления.

Система способна взаимодействовать с широким спектром цифровых устройств через свой порт ввода-вывода. При подсоединении к управляющему компьютеру система становится интеллектуальным периферийным устройством, дающим зрение таким сложным устройствам, как робот.

Учебное оборудование Международного союза ОРТ было установлено в Свердловском инженерно-педагогическом институте в июне 1991 г. Прошедшее с этого момента время можно охарактеризовать как период освоения и адаптации технологии обучения ОРТ. В этом направлении специалистами института проводятся следующие работы:

- 1) перевод и адаптация переданного институту учебно-методического обеспечения;
- 2) разработка учебно-методических комплексов для обучения различных групп учащихся;
- 3) проведение экспериментальных занятий;
- 4) проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, связанных с концепцией универсальной компьютерно-технологической учебной среды (УКТУС).

Накопленный опыт позволил в сентябре 1992 г. начать в институте обучение по специально разработанному учебному плану специалистов профессиональной педагогики по профилю "компьютеры на производстве и в образовании".

В.И.Мальцев,

Т.А.Киреева

Свердловский инженерно-педагогический институт

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ ИНТЕГРАЛЬНОГО КУРСА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕОРИИ ГРАФОВ ПО ДИСЦИПЛИНАМ ОБЩЕИНЖЕНЕРНОГО ЦИКЛА

Совершенствование системы высшего образования невозможно без оптимизации содержания и структуры общеинженерных дисциплин, зак-

ладывающих основы теоретической подготовки будущих специалистов. Инженерные знания будущего инженера-педагога формируются на первом этапе на основе изучения таких дисциплин, как "Начертательная геометрия и инженерная графика", "Теоретическая механика", "Теория механизмов и машин", "Сопrotивление материалов", "Технология конструкционных материалов и материаловедение", "Детали машин" и др. Эффективность их изучения зависит от правильного выбора внутрипредметных и межпредметных связей. Из истории развития общеинженерных дисциплин известно, что все вышеперечисленные дисциплины выделились в самостоятельные из прикладной механики, которая в свою очередь выделилась в конце XVIII в. из теоретической механики¹. Так, например, первые научные основы курса "Детали машин" опубликовал профессор Н.К.Худяков в 1886 г. В то же время считалось, что современная теория машин и механизмов начинается с классического труда Франца Рело (1875 г.), но последние исследования показывают, что Леонардо да Винчи (1452-1519) в своих рукописях впервые описал все 22 элемента, из которых состоят современные машины².

В нашей работе была сделана попытка анализа межпредметных связей вышеназванных дисциплин с тем, чтобы при разработке новых учебных планов устранить имеющиеся недостатки в планировании и организации учебных занятий по общеинженерным дисциплинам³. В настоящее время в Свердловском инженерно-педагогическом институте действует третье поколение новых учебных планов, но значительного улучшения в планировании дисциплин не намечилось. В связи с этим требуется строгая увязка рабочих программ этих дисциплин с тем, чтобы обеспечить необходимые знания для усвоения специальных дисциплин.

В связи с этим была использована методика А.М.Сохора, в которой представлена логическая структура учебного материала в виде графа⁴.

Граф - это система с резков, соединяющих заданные точки. Эти точки называются вершинами графа. Отрезки, посредством которых соединены вершины, называются ребрами графа. Соединение вершин графа ребрами символизирует о наличии между элементами, обозначенными как вершины, определенного отношения. Именно это и позволяет использовать графы в качестве моделей логической структуры учебного материала. С помощью графов как разновидности символической наглядности удается выявить структурные характеристики исследуемых предметов.

На рис. I в качестве примера построен граф $\sin L = y/|r|$ ⁵.

Рассмотрим основные логические этапы в виде последовательности пронумерованных предложений:

1. \angle - угол поворота текущего радиуса-вектора относительно оси абсцисс;
2. $|\vec{r}|$ - длина текущего радиуса-вектора;
3. y - ордината конца текущего радиуса-вектора.

Каждый логический элемент обозначен в виде прямоугольника. Прямоугольники соединены стрелками в соответствии с действительной связью логических элементов. Направление стрелок выбирается таким, чтобы они показывали переход от предыдущих элементов к последующим.

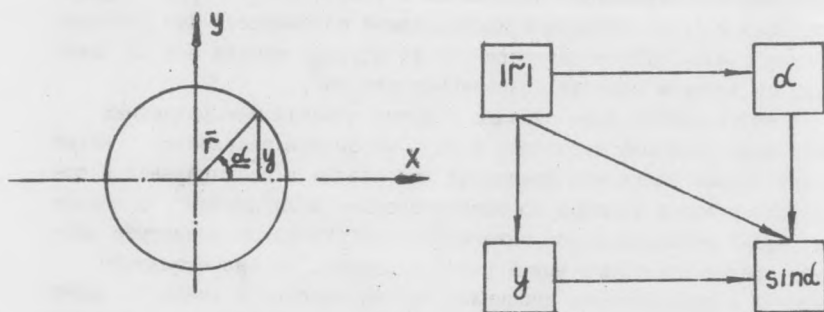


Рис. 1. Граф $\sin \alpha = y / |\vec{r}|$

В связи с тем, что вышеперечисленные дисциплины общеинженерного цикла проанализировать по данной методике в статье практически невозможно, ограничимся рассмотрением основных логически связанных разделов, например "Кинематика" - "Кинематический анализ", "Динамика" - "Динамический анализ", входящих в курсы "Теоретическая механика", "Теория машин и механизмов" (ТММ), "Сопротивление материалов" и "Детали машин" (ДМ).

Раздел "К и н е м а т и к а" (одна из частей курса "Теоретической механики") изучает чисто геометрические формы механических движений материальных объектов без учета условий и причин, вызывающих и изменяющих эти движения. Раздел "Кинематика" по содержанию сходен с темой "Кинематический анализ" курса ТММ.

В результате элементарного анализа были выявлены аналогичные элементы этих тем: материальная точка, твердое тело и твердое зве-

но; поступательное движение твердого тела и поступательное движение кривошипа; сложное движение твердого тела и сложное движение шатуна; плоское движение твердого тела и движение плоского механизма.

Представим эти элементы в виде логически составленных, пронумерованных предложений в соответствии с рабочими программами (рис. 2):

1. Материальная точка движется по траектории.
2. v - скорость точки на прямолинейном участке траектории.
3. w - ускорение точки на прямолинейном участке траектории.
4. v_{τ} - касательная скорость точки на криволинейном участке траектории,
5. w_{τ} - касательное ускорение точки на криволинейном участке траектории.
6. w_n - нормальное ускорение точки на криволинейном участке траектории.
7. Твердое тело - это любая совокупность материальных точек, расстояния между которыми не изменяется при любых взаимодействиях.
8. Твердое тело совершает поступательное движение.
9. v^T - скорость точек тела при поступательном движении, аналогичная v .
10. w^T - ускорение точек твердого тела при поступательном движении, аналогичное w .
11. Твердое тело совершает вращательное движение.
12. φ - угол поворота тела,
13. ω - алгебраическая скорость тела в какой-либо момент времени, равная $d\varphi/dt$.
14. ϵ - угловое ускорение тела в какой-либо момент времени, равное $d\omega/dt$.
15. r - радиус окружности, по которой движутся точки твердого тела.
16. v_{τ}^T - касательная скорость точки вращающегося тела, равная произведению $r \cdot \omega$.
17. w_{τ}^T - касательное ускорение точки вращающегося тела, равное произведению $r \cdot \epsilon$.
18. w_n^T - нормальное ускорение точки вращающегося тела, равное произведению $v_{\tau}^T \cdot \omega$.

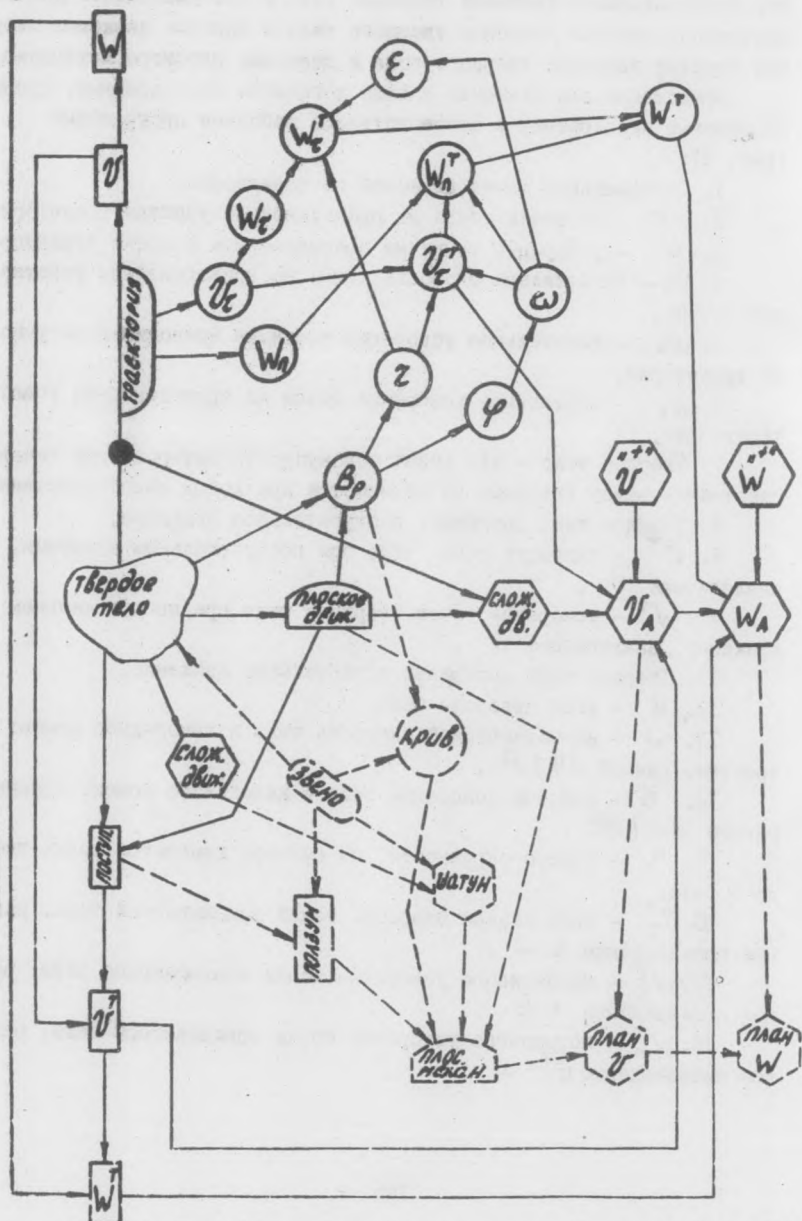


Рис. 2. Граф "Кинематика - кинематический анализ" ($P = 3,3$)

19. \vec{w}^T - полное ускорение точки вращающегося тела, равное векторной сумме касательного ускорения точки и нормального ускорения.

20. Твердое тело совершает плоское движение, состоящее из поступательного движения вместе с полюсом и вращательного-вокруг полюса.

21. Точка при плоском движении твердого тела совершает сложное движение.

22. \vec{v}_A - абсолютная скорость точки при сложном ее движении, складывающаяся из \vec{v} переносного (поступательного) и относительного (вращательного) движений.

23. Теорема о сложении скоростей.

24. \vec{w}_A - абсолютное ускорение точки, совершающей сложное движение, складывающееся из ускорений переносного (поступательного) и относительного (вращательного) движений.

25. Теорема Кориолиса о сложении ускорений.

26. Твердое тело совершает сложное движение.

Продолжая нумерацию, составим логические предложения из элементов курса ТММ и ДМ ("Теория машин и механизмов и детали машин").

27. В механике машин вместо термина "тело", принятого в теоретической механике, применяют термин "звено".

28. Звено ползун совершает возвратно-поступательное движение.

29. Звено кривошип совершает вращательное движение.

30. Звено шатун совершает сложное движение.

31. Звенья образуют плоские механизмы, которые совершают плоские движения.

32. Построение планов скоростей плоских механизмов.

33. Построение планов ускорений плоских механизмов.

Элементы, связанные с вращательным движением точек твердого тела, обозначим кружками, элементы, связанные с поступательным движением - прямоугольниками, а элементы, связанные со сложным движением точки и твердого тела - шестигранниками. Точку покажем маленьким кружком, твердое тело - волнистой замкнутой линией, элементы плоское движение и плоские механизмы - сложной геометрической фигурой. Соединим полученные геометрические фигурки стрелками в соответствии с действительной связью логических элементов. В результате получим схематическое изображение анализируемого учебного материала в виде графа (см. рис. 2). Для наглядности сплошными линиями показаны элементы и существующие между ними связи раздела "Кинематика", а пунктирными линиями-сходные элементы курса ТММ или


ТММ и ДМ. Такое изображение учебного материала позволяет провести глубокий анализ существующей структуры изучаемых предметов.


Кинематика рассматривает механические движения абстрактных объектов: материальной точки и твердого тела; механика машин, наоборот, определяет движения реально существующих механизмов. В кинематике сначала определяются скорости и ускорения материальной точки, а затем рассматриваются движения твердого тела на основании предположения, что твердое тело представляет собой совокупность материальных точек. В курсах ТММ и ТММ и ДМ последовательность изучения движений звеньев иная: вначале определяются положения рассматриваемых звеньев, а затем – траекторий точек, принадлежащих этим звеньям. К тому же в курсе "Теоретическая механика" восприятие учебного материала затруднено большим количеством вводимых теорем и их доказательствами (четыре основных теоремы), а также необходимостью запоминания сложных громоздких определений.

Аналогично рассмотрим раздел "С т а т и к а". Сначала – общее значение этого раздела, а затем – схематическое изображение. Статика изучает законы для сил при равновесии материальных тел, а также преобразования систем сил, приложенных к твердому телу.

Все основные элементы этого курса, такие как сила, момент относительно точки и оси, пара сил, главный вектор и главный момент, используются для вывода условий равновесия системы сил.

Составим из вышеуказанных элементов пронумерованные логические предложения в соответствии с рабочей программой (рис. 3).

1.  – параллельные силы, приложенные к твердому телу.

2.  – пара сил (две равные по модулю, но противоположно направленные параллельные силы, где d – расстояние между ними).

3. F – модуль силы.

4. h – плечо силы.

5. M_0 – векторный момент силы относительно точки, равный по модулю произведению силы на плечо силы относительно этой точки.

6. M_z – момент силы относительно оси, равный проекции на эту ось векторного момента силы относительно любой точки на оси.

$$\left. \begin{aligned} 7. \quad M_x &= y F_z - z F_y \\ M_y &= z F_x - x F_z \\ M_z &= x F_y - y F_x \end{aligned} \right\}$$

– аналитические формулы для моментов силы относительно координатных осей.

8. $\bar{M} = \pm F_0 d$

– векторный момент пары сил.

9. ∞ - эквивалентность пар возникает в том случае, если они имеют одинаковые по модулю и направлению векторные моменты.

10. $\bar{M}_{\infty} = \sum \bar{M}$ - векторный момент эквивалентной пары сил, равный сумме векторных моментов заданных пар.

11. $\left. \begin{aligned} \sum_i M_{ix} &= 0 \\ \sum_i M_{iy} &= 0 \\ \sum_i M_{iz} &= 0 \end{aligned} \right\}$ - условие равновесия системы пар сил (для равновесия пар сил, приложенных к твердому телу, необходимо и достаточно, чтобы алгебраическая сумма проекций векторных моментов пар сил на каждую из трех координатных осей была равна нулю).

12. $\sum M_i = 0$ - условие равновесия пары сил, действующих на твердое тело, находящиеся в одной плоскости.

13. $F_1 \dots F_n$ - произвольная система сил, действующих на твердое тело.

14. Приводим произвольную систему сил к центру, добавляя при этом пару сил.

15. \bar{R}'_0 - главный вектор системы сил.

16. \bar{M}'_0 - главный момент системы сил относительно точки, равный сумме векторных моментов всех сил системы, т.е. аналогичен \bar{M}_{∞} пар сил.

17. $\left. \begin{aligned} \bar{R}'_0 &= 0 \\ \bar{M}'_0 &= 0 \end{aligned} \right\}$ - условие равновесия системы сил, приложенных к твердому телу.

18. $\left. \begin{aligned} \sum F_{ix} = 0, \sum M_x = 0 \\ \sum F_{iy} = 0, \sum M_y = 0 \\ \sum F_{iz} = 0, \sum M_z = 0 \end{aligned} \right\}$ - условие равновесия пространственной системы сил в аналитической форме.

19. $\left. \begin{aligned} \sum F_{ix} = 0 \\ \sum F_{iy} = 0 \\ \sum M_0 = 0 \end{aligned} \right\}$ - условие равновесия плоской системы сил.

20. $\left. \begin{aligned} \sum M_A = 0 \\ \sum M_B = 0 \end{aligned} \right\}$ - условие равновесия плоской системы параллельных сил относительно двух любых точек, лежащих в плоскости сил.

21. G_0 - центр тяжести тел, являющийся центром параллельных сил тяжести, приложенных к отдельным элементарным частицам тела.

В логическую структуру раздела "Статика" не включены вопросы, касающиеся сил трения качения и трения скольжения, поскольку они изучались в разделе "Механика" курса "Общая физика" и в дальнейшем будут изучаться в теме "Трение в механизмах" курса ТММ и ДМ.

Как выяснилось из тематического анализа дисциплин общеинженерного цикла, раздел "Статика" является базовым для курсов "Сопро-

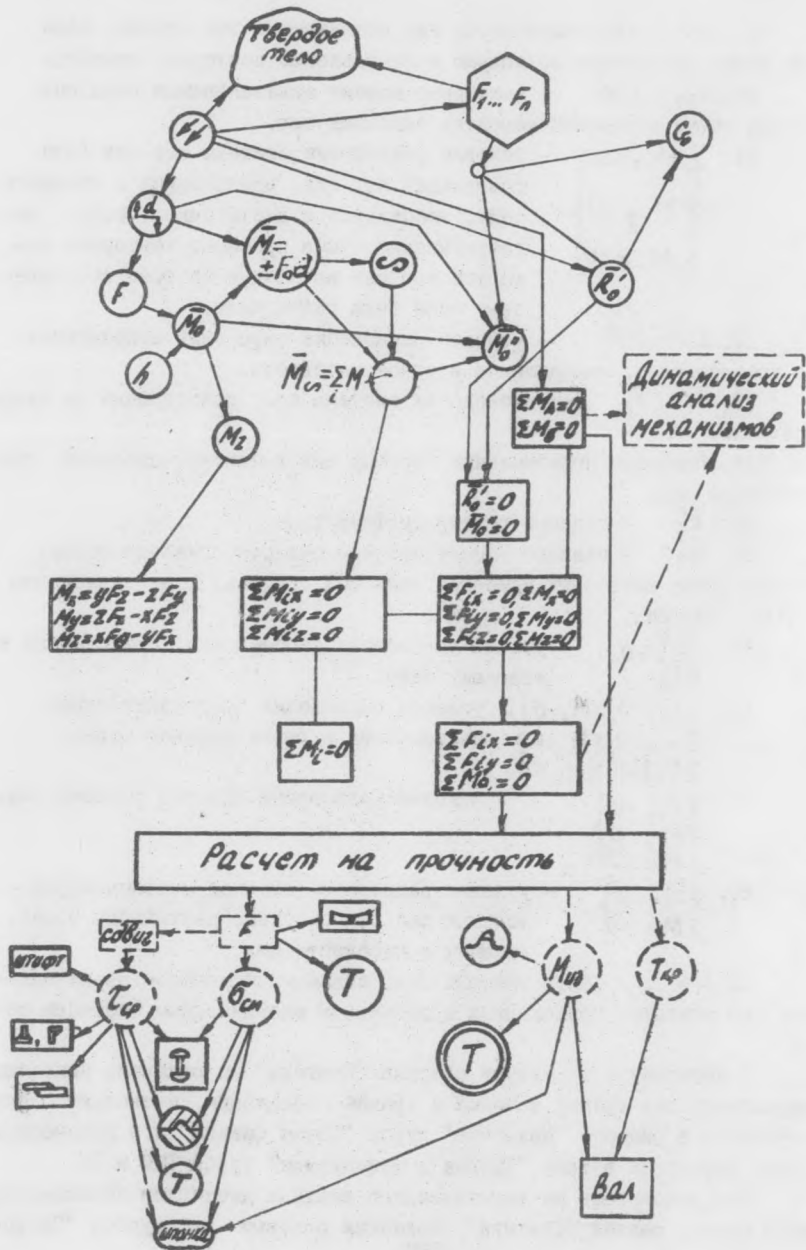


Рис. 3. Граф "Статика"
160

Таблица

Условные обозначения деталей и элементов соединений,
использованных на рис. 3

Условное обозначение	Наименование
	<p>Соединения: сварные (стыковое, нахлесточное, тавровое, угловое)</p>
	<p>резьбовое (без зазора и с зазором)</p>
	<p>заклепочные</p>
	<p>шлицевые</p>
	<p>шпоночные</p>
	<p>штифтовые</p>
	<p>Зубчатая передача</p>
	<p>Деталь вал</p>

тивление материалов" и ТММ и ДМ. А так как данная статья направлена на исследование межпредметных связей, то встает вопрос о необходимости изображения на графе основных элементов этих курсов, сходных с разделом "Статика". Задача эта оказалась очень трудной, потому что курс "Сопrotивление материалов" очень сложен для восприятия и кратко невозможно выразить суть основных элементов курса, поэтому приведем основные теоретические положения этой дисциплины.

"С о п р о т и в л е н и е м а т е р и а л о в" – раздел механики деформируемого твердого тела, который рассматривает методы расчетов на прочность типовых элементов конструкций. В зависимости от формы различают стержневые элементы, пластины и оболочки. К стержневым относят элементы, у которых поперечные размеры малы по сравнению с длиной. У пластины толщина существенно меньше размеров элемента в плане. Оболочкой является замкнутый элемент, толщина которого мала по сравнению с другими размерами. Задачей курса "Сопrotивление материалов" в известной мере является создание методологической базы для решения в дальнейшем более детальных задач.

Часть курса ТММ и ДМ, посвященная деталям машин, представляет собой раздел механики, в котором изложены методы расчета и рационального конструирования деталей и сборочных единиц (узлов) общего применения, т.е. присущих любой машине, независимо от ее назначения. В каждой машине число деталей исчисляется сотнями и тысячами. Несмотря на различное конструктивное оформление и назначение машин, детали и узлы в них в основном одинаковые (типовые, нормальные и стандартные). К их числу относятся различные соединения (резьбовые, сварные, заклепочные, шпоночные, шлицевые, штифтами др.), передачи (зубчатые, червячные и др.) и их детали (валы, муфты и опоры, уплотнения и устройства для смазывания, пружины и др.).

Изучение статики сводится к выводу условий равновесия системы сил, действующих на твердое тело. Затем эти условия равновесия используются для выводов общих методов расчетов на прочность в сопротивлении материалов. И только после этого производятся расчеты конкретных, реально существующих объектов: соединений, передач и их деталей. На рис. 3 их представлено всего 10. На теоретические выводы и формулы, необходимые при расчете прочностных характеристик восьми соединений и одной передачи, состоящей из двух деталей, отводится 100 часов учебного времени, т.е. время, отводимое на общинженерную подготовку студентов, в основном используется на теоретическое изложение материала и только 1/10 часть его – на практические занятия.

На рис. 3 представлен граф "Статика" (статический анализ), на котором сплошные линии в верхней части рисунка использованы для обозначения основных элементов статики из курса "Теоретическая механика", пунктирные линии используются для обозначения элементов сопротивления материалов, связанных с методами расчетов на растяжение, смятие, кручение, срез и изгиб ($\sigma_p, \sigma_{см}, \tau_{ср}, \tau_{кр}$ и $M_{изг}$), а рассчитываемые на прочность соединения и детали показаны в упрощенном виде (таблица).

"Динамика" - раздел теоретической механики, в котором изучается движение материальных объектов в зависимости от сил, т.е. от действия на материальные объекты других материальных объектов.

На изучение этого раздела отводится 70 часов учебного времени, основная часть которого используется для вывода дифференциальных уравнений движения материальной точки и твердого тела. При этом рассматривается большое количество различных теорем с их доказательствами, например, для вывода дифференциального уравнения вращательного движения твердого тела вокруг неподвижной оси используются следующие формулы и теоремы: момент количества движения или кинематический момент системы относительно центра и оси; кинематический момент вращающегося твердого тела относительно оси вращения; теорема об изменении момента количества точки; сохранение момента количества движения точки в случае центральной силы; теорема об изменении кинетического момента системы; закон сохранения кинетического момента.

Но так как данная статья посвящена исследованию межпредметных связей; то, не вдаваясь в подробности, составим логические предложения лишь из основных элементов динамики, сходных с элементами других дисциплин (рис. 4):

1. $m\ddot{a} = \vec{F}$ - основной закон динамики точки.

2. $\left. \begin{matrix} m\ddot{a}_x = F_x \\ m\ddot{a}_y = F_y \\ m\ddot{a}_z = F_z \end{matrix} \right\}$ - дифференциальные уравнения движения материальной точки в проекциях на оси естественного многогранника.

3. Механической системой называют любую совокупность материальных точек.

4. $\vec{F}^{(e)}$ - внешняя сила, приложенная в любой точке системы.

5. $\vec{F}^{(i)}$ - внутренняя сила системы.

6. \vec{R} - реакции связей.

7. J_z - момент инерции системы относительно оси.

8. Для абсолютно твердого тела сумма работ всех внутренних сил системы равна нулю $\sum A^{(i)} = 0$.

9. $M_z(F^e)$ - момент внешних сил на ось.
10. Твердое тело совершает поступательное движение.
11. $M\ddot{a} = \Sigma F^e$ - дифференциальное уравнение поступательного движения твердого тела массой M , аналогичное дифференциальному уравнению движения одной материальной точки.
12. Твердое тело совершает вращательное движение.
13. $J_z \ddot{\vartheta} = \Sigma M_z(F^e)$ - дифференциальные уравнения вращения твердого тела вокруг неподвижной оси.
14. Твердое тело совершает плоское движение.
15. $M\ddot{a}_c = F^e$
 $J_z \ddot{\vartheta} = L_c$ - дифференциальные уравнения движения тела вместе с центром масс под действием сил и вокруг центра масс, равные главному моменту сил инерции.
16. $m\ddot{a} = -\Phi$ - сила инерции, приложенная к твердому телу.
17. $m\ddot{a}_t = -\Phi_t$
 $m\ddot{a}_n = -\Phi_n$
 $m\ddot{a}_k = -\Phi_k$ } - дифференциальные уравнения движения твердого тела
18. $m\ddot{a}_c = -\Phi$ - сила инерции при поступательном движении.
19. $L_z^{(\Phi)} = -J_z \ddot{\vartheta}$ - главный момент сил инерции относительно неподвижной оси z .
20. $\left. \begin{aligned} \Sigma F + R_A + R_B + \Phi &= 0 \\ \Sigma M_o(F) + M_o(R_A) + M_o(R_B) + L_o(\Phi) &= 0 \end{aligned} \right\}$ - условия равновесия.

Таким образом, согласно результатам тематического анализа раздел "Динамика" курса "Теоретическая механика" имеет связь только с темой "Динамический анализ механизмов" курса ТММ и ДМ. Представим анализируемый учебный материал в виде графа, показав все элементы, связанные с реальными силами F сплошными линиями, элементы, связанные с нереальными силами Φ , пунктирными линиями (рис. 4).

Динамика, как и кинематика, начинается с рассмотрения движения точки, затем поступательного и вращательного движения твердого тела, далее изучается плоское движение с той лишь разницей, что в динамике учитываются силы, побуждающие эти движения. Но в кинематике элементы тесно связаны с элементами кинематического анализа, а при динамическом анализе используются только условия равновесия динамики.

В результате проведенного анализа рабочих программ по теоретической механике и сопротивлению материалов выяснилось, что каждый раздел этих дисциплин решает свои задачи: кинематика - вывод

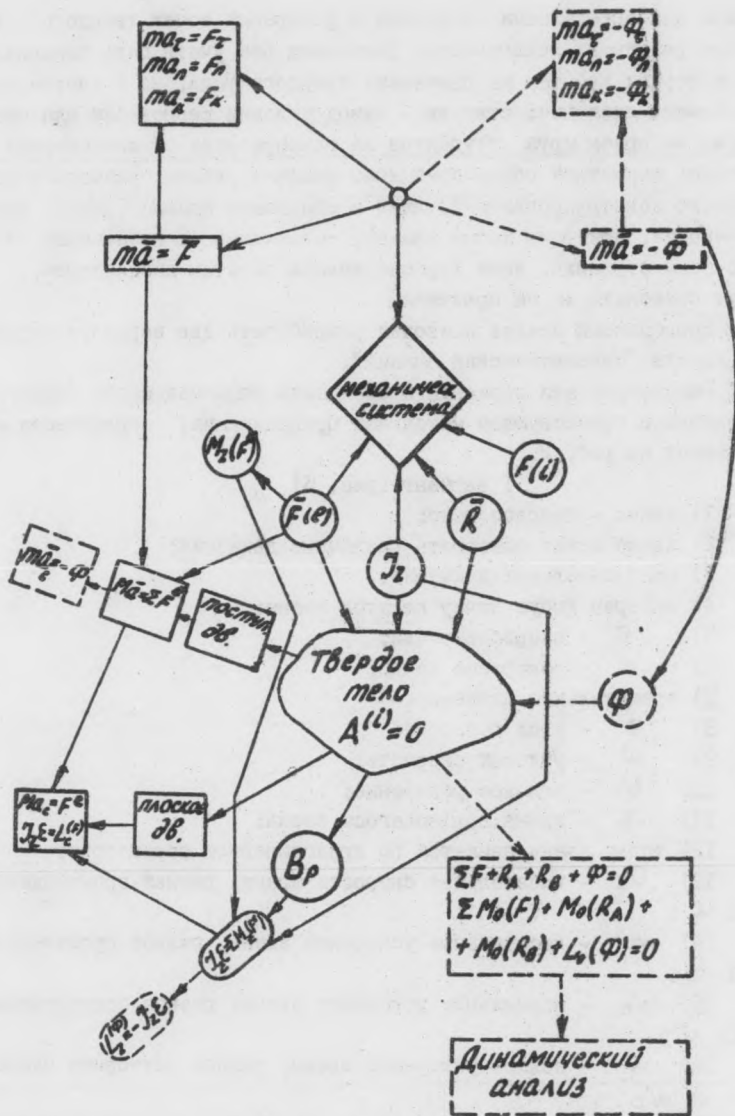


Рис. 4. Граф "Динамический анализ"

формулы для определения скоростей и ускорения точек твердого тела при различных механических движениях без учета сил; динамика - вывод формул при тех же движениях твердого тела, но с учетом сил, вызывающих движение; статика - вывод условий равновесия для системы сил, не ориентируя студентов на главную цель общеинженерной подготовки: научиться общим принципам анализа работы, расчета и рационального конструирования деталей и сборочных единиц (узлов) общего применения, присущих любой машине, независимо от назначения. В связи с этим студенты, имея хорошие знания по этим дисциплинам, не могут применить их на практике.

Проведенный анализ позволил разработать два варианта структуры раздела "Кинематический анализ".

Рассмотрим эти варианты и определим рациональность каждого по сравнению с существующей методикой преподавания, графически изображенной на рис. 2.

I вариант (рис. 5)

- 1) звено - твердое тело;
- 2) звено может совершать различные движения;
- 3) поступательное движение;
- 4) выберем любую точку на этом звене;
- 5) v - скорость точки;
- 6) w - ускорение точки;
- 7) вращательное движение;
- 8) ψ - угол поворота;
- 9) ω - угловая скорость;
- 10) ϵ - угловое ускорение;
- 11) r - длина вращающегося звена;
- 12) точка звена движется по криволинейной траектории;
- 13) v_{τ} - касательная скорость звена, равная произведению $r \cdot \omega$;
- 14) w_{τ} - касательное ускорение звена, равное произведению $r \cdot \epsilon$;
- 15) w_n - нормальное ускорение звена, равное произведению $v_{\tau} \cdot \omega$;
- 16) w - полное ускорение звена, равное векторной сумме w_n и w_{τ} ;
- 17) плоское движение можно разложить на вращательное и поступательное;
- 18) точка при плоском движении звена совершает сложное движение;

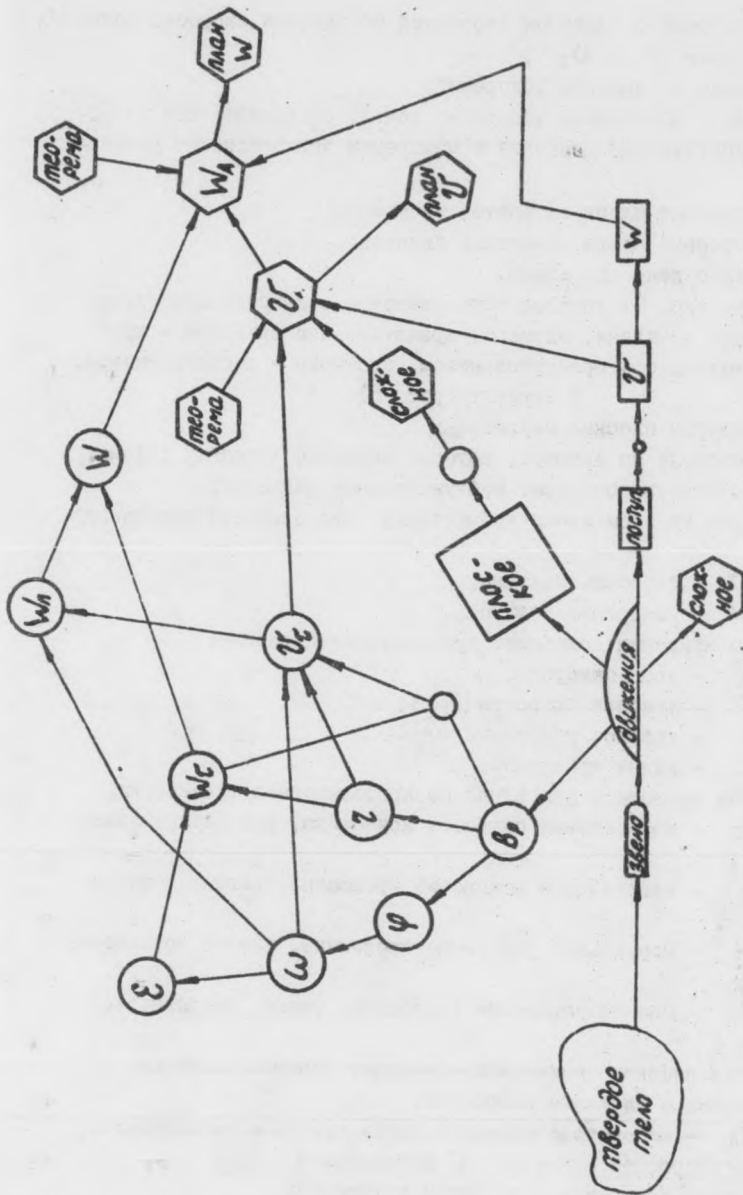


Рис. 5. Граф "Кинематический анализ" - I вариант ($P_I = 2, 7$)

- 19) по теореме о сложении скоростей абсолютная скорость точки U_A равна сумме U и U_T ;
- 20) теорема о сложении ускорений;
- 21) W_A - абсолютное ускорение точки, складывающееся из ускорения поступательного движения и ускорения вращательного движения;
- 22) построение плана скоростей звеньев;
- 23) построение плана ускорений звеньев;
- 24) сложное движение звена.

На графе (рис. 5) твердое тело показано волнистой линией, точки - маленькими кружками, элементы вращательного движения - кружком, поступательного - прямоугольником, сложного - шестигранником.

II вариант (рис. 6)

- 1) рассмотрим плоские механизмы;
- 2) они состоят из звеньев, которые являются твердыми телами;
- 3) звено ползун совершает поступательное движение;
- 4) выберем на этом звене любую точку, она движется прямолинейно;
- 5) U - скорость ползуна;
- 6) W - ускорение ползуна;
- 7) звено кривошип совершает вращательное движение;
- 8) φ - угол поворота;
- 9) ω - угловая скорость $\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)$;
- 10) ε - угловое ускорение $\frac{d\omega}{dt}$;
- 11) r - длина кривошипа;
- 12) точка кривошипа двигателя по криволинейной траектории;
- 13) U_T - касательная скорость кривошипа, равная произведению $r \cdot \omega$;
- 14) W_T - касательное ускорение кривошипа, равное произведению $r \cdot \varepsilon$;
- 15) W_n - нормальное ускорение кривошипа, равное произведению $U_T \cdot \omega$;
- 16) W - полное ускорение кривошипа, равное векторной сумме W_n и W_T ;
- 17) точка плоского механизма совершает сложное движение;
- 18) теорема о сложении скоростей;
- 19) U_A - абсолютная скорость точки при сложном движении, равная сумме скоростей ползуна U и кривошипа U_T ;
- 20) теорема Кориолиса о сложении ускорений;

21) W_A - абсолютное ускорение точки, равное сумме ускорений кривошипа W_T , ползуна W ;

22) построение плана скоростей механизма;

23) построение плана ускорений механизма;

24) звено шатун совершает сложное движение.

Граф показан на рис. 6. Обозначения на рис. 6 и 5 аналогичны обозначениям на рис. 2.

Рациональность графа, в первую очередь, может быть оценена доступностью изучаемого материала. Хотя доступность материала зависит от характера учебного материала, от подготовки и уровня развития обучаемого, от применения методов обучения, тем не менее о доступности материала можно сделать вывод только по структурной формуле. При составлении структурных формул выделяются логические элементы и связи, которые заслуживают предпочтительное внимание. Принято считать, что по шагу замкнутых контуров в структурной формуле определяется доступность того или иного варианта объяснения.

Объективным показателем относительной доступности того или иного варианта объяснения может служить средняя степень соответствующей структурной формулы, определяемая как

$$p = \frac{2m}{n},$$

где p - средняя степень доступности структурной формулы,

m - число ребер графа,

n - число вершин графа.

Чем меньше средняя степень доступности структурной формулы, тем выше относительная доступность соответствующего раздела учебного материала.

Сравним величины p , p_I и p_{II} ,

где p - средняя степень структурной формулы. При существующем учебном плане (см. рис. 2) $p = 3,3$; p_I - то же по предлагаемому варианту I (см. рис. 5), $p_I = 2,7$; p_{II} - то же по предлагаемому варианту II (рис. 6), $p_{II} = 2,6$.

Видно, что предлагаемая структурная формула по варианту II имеет наименьшую среднюю степень и наибольшую доступность в понимании излагаемого материала.

Используя рассмотренную методику анализа структурных формул, можно построить единый граф общеинженерных дисциплин с разделением целей и задач на каждом из этапов их изучения.

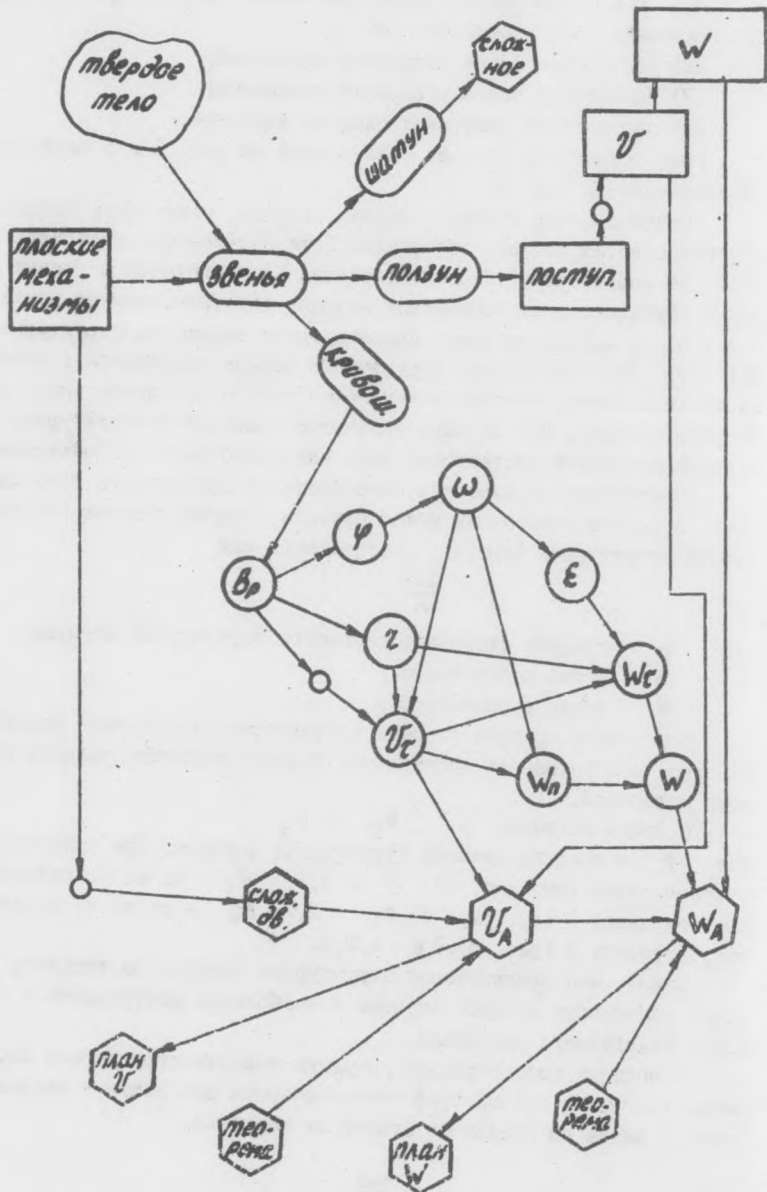


Рис. 6. Граф "Кинематический анализ"-II вариант ($P_{II} = 2,6$)

Литература

- 1 См.: Машнев М.М., Красковский Е.Я., Лебедев П.А. Теория механизмов и машин и детали машин: Учеб. пособие для студентов машиностроит. вузов. 2-е изд., перераб. и доп. Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1980.
- 2 См.: Николаев В.А. А почему бы и нет?// Техника молодежи. 1986. № 10. С. 49-51.
- 3 См.: Методические указания по разработке структуры и соединения курсов на основе межпредметных связей /Свердл. инж.-пед. ин-т; Сост. В.И.Мальцев. Свердловск, 1987.
- 4 См.: Сохор А.М. Логическая структура учебного материала. М.: Высш.шк., 1974.
- 5 См.: Там же.
- 6 См.: Там же.

Г. А. Карпова

Уральский педагогический
институт

ОБ ИНТЕГРАТИВНОЙ ПРИРОДЕ ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

С развитием психологической службы в школе психологическое знание становится все более реальным и значимым фактором учебно-воспитательного процесса. Особенно это касается диагностических услуг психолога. Если раньше педагоги обращались к данным диагностики в основном для оценки достигнутых результатов, то сейчас наметилась тенденция использовать диагностическую информацию не только в ее оценочной, но и активно формирующей функции как эмпирическую базу для целеполагания, для выбора приоритетных направлений в работе школы, для корректировки педагогических отношений и т.д.

Анализ практики и инструктивно-методических подходов, регламентирующих работу школьного психолога, показывает, что диагности-