

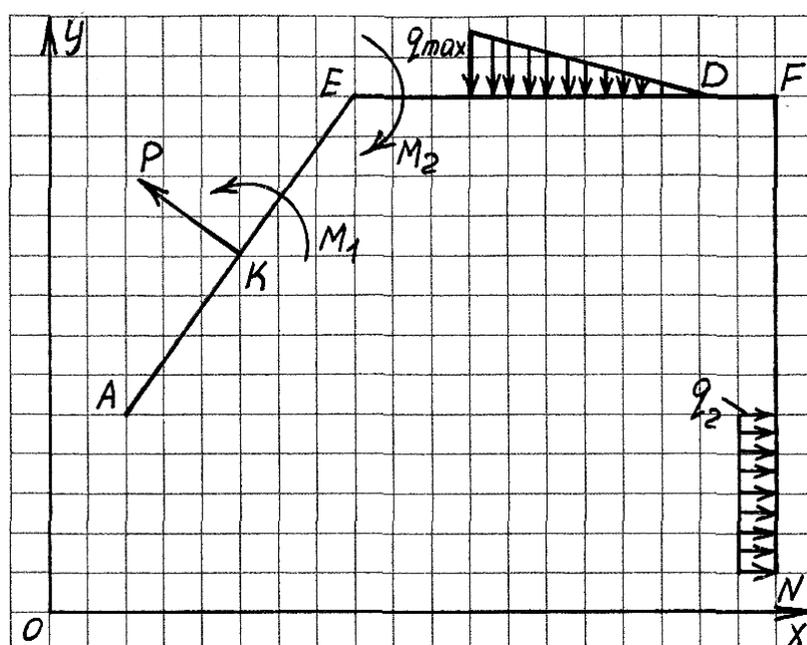
НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ МЕТОДОВ БЕЗМАШИННОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКЕ

Захаров Н.М., Кулик Н.А.

Drawing evidence from the specific tasks of flat statics the essence of the fast non-machine control method of students' knowledge check in theoretical mechanics has been revealed.

В условиях острого дефицита времени, отводимого в учебном процессе для текущего контроля знаний студентов, необходим поиск путей и методов, позволяющих вести этот контроль эффективно, с наименьшими затратами. Очень часто при проведении практических занятий, защите контрольных и расчетно-графических работ, коллоквиумов по теоретической механике необходима быстрая проверка правильности решенных задач. На наш взгляд этим требованиям отвечает метод программированного конструирования ответов в многовариантных задачах, разработанных на кафедре теоретической механики Полоцкого государственного университета.

Сущность этого метода рассмотрим на примере задачи о равновесии рамы под действием произвольной плоской системы сил (рис.1). На рисунке в масштабной сетке изображена рама, нагруженная плоской системой активных сил, эквивалентной, в данном примере, одной силе, численно равной половине равнодействующей силы равномерно-распределенной нагрузки. Многовариантность такой задачи достигается варьированием размещения опор, которые преподаватель задает непосредственно при выдаче задания. Полученные студентом реакции опорных устройств, очевидно, должны уравнивать эту силу. В разработанных на кафедре комплексах задач для быстрой проверки результатов решения, заложен такой негласный для студента алгоритм получения ответов. В одних задачах заданная система сил уравнивается, в других она эквивалентна одной известной нам силе, в третьих - паре сил. Рассмотренная схема рамы с нагрузкой (рис. 1) может быть использована для получения расчетных схем сочлененных тел, введением внутренних шарниров и добавлением внешних связей для достижения жесткости конструкции (рис. 2, 3).



$$P = 20 \text{ кН}; \quad \text{Сила } P \perp AK;$$

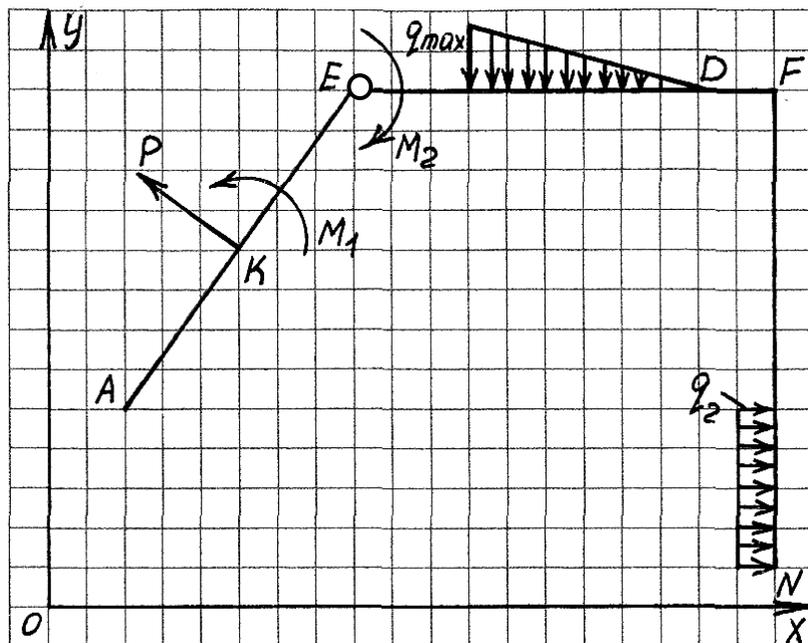
$$q_2 = 8 \text{ кН/м}; \quad q_{\max} = 4 \text{ кН/м};$$

$$M_1 = 6 \text{ кНм}; \quad M_2 = 6 \text{ кНм};$$

Линейные размеры
принять по рисунку.

Цена деления координатной
сетки – 1 метр.

Рис. 1

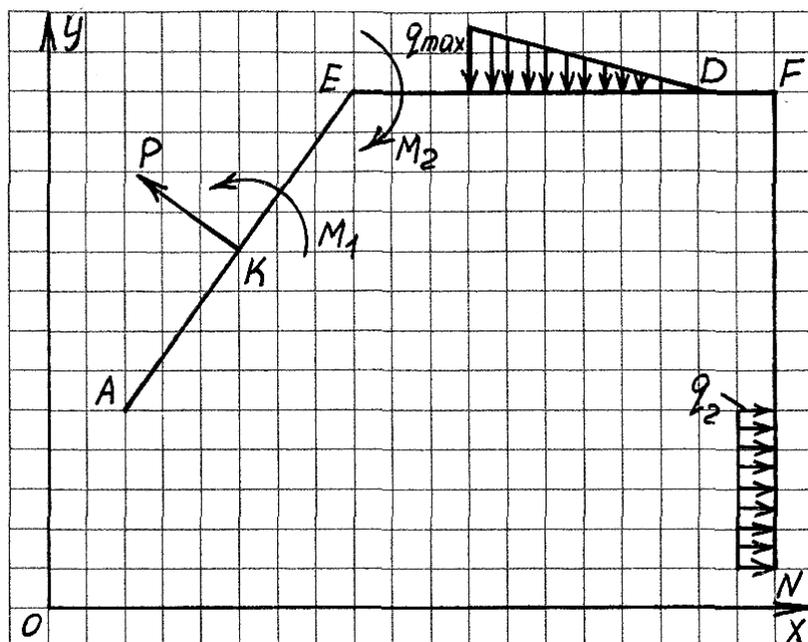


$P = 20 \text{ кН}$; Сила $P \perp AK$;
 $q_2 = 8 \text{ кН/м}$; $q_{\max} = 4 \text{ кН/м}$;
 $M_1 = 6 \text{ кНм}$; $M_2 = 6 \text{ кНм}$;

Линейные размеры
принять по рисунку.

Цена деления координатной
сетки – 1 метр.

Рис. 2



$P = 20 \text{ кН}$; Сила $P \perp AK$;
 $q_2 = 8 \text{ кН/м}$; $q_{\max} = 4 \text{ кН/м}$;
 $M_1 = 6 \text{ кНм}$; $M_2 = 6 \text{ кНм}$;

Линейные размеры
принять по рисунку.

Цена деления координатной
сетки – 1 метр.

Рис. 3

На кафедре теоретической механики ПГУ разработаны подобные многовариантные задачи по следующим темам: сходящаяся система сил, алгебраический момент силы относительно центра, теорема Вариньона, приведение системы сил к центру, задачи о равновесии балок и рам и системы сочлененных тел, вращательное движение твердого тела, по применению принципа возможных перемещений к определению реакций опор. С учетом этого метода разработано учебное пособие [1].

Применение методов программированного конструирования ответов в многовариантных задачах дает возможность:

- индивидуализировать процесс обучения и быстро выявить слабые стороны подготовки студентов;
- организовать жесткий и эффективный контроль за учебной работой студентов, так как проверяются ответы и делается гарантированное заключение о правильности решения задачи;
- уменьшить затраты времени на осуществление этого контроля.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Захаров Н.М., Кулик Н.А., Турищев Л.С. Теоретическая механика. Расчетно-графические работы по применению принципа возможных перемещений. Учебное пособие. - Мн.: УП Технопринт, 2002 г. – 106 с.
2. Захаров Н.М., Кулик Н.А. О некоторых вопросах изложения принципа возможных перемещений для студентов строительных специальностей // Теоретическая и прикладная механика. Выпуск 17. - Мн.: УП Технопринт, 2004 г. - с.185-187.
3. Захаров Н.М., Кулик Н.А. Методические указания к выполнению курсовой работы по теоретической механике для студентов спец. 700201, 700304. – Новополоцк: ПГУ, 1998 г., ч.1. – 40 с.
4. Захаров Н.М., Кулик Н.А. Методические указания к выполнению курсовой работы по теоретической механике для студентов спец. 700201, 700304. – Новополоцк: ПГУ, 1998 г., ч.2. – 50 с.
5. Захаров Н.М., Кулик Н.А. Методические указания к выполнению курсовой работы по теоретической механике для студентов спец. 700201, 700304. - Новополоцк: ПГУ, 1998 г., ч.3. – 23 с.

ПРЕПОДАВАНИЕ КУРСА

«ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ, МАШИН И МАНИПУЛЯТОРОВ» (ТММ и М)

С УЧЕТОМ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ СТУДЕНТА

Коренский В.Ф.

Typical curriculum worked out by BNTU does not place emphasis on the aspects of specialization and professional orientation of students. This is important for the successful psychological switch from the obtained knowledge extension to its creative practical application. That is why the introduction of these aspects into the curricula of this course is highly necessary.

The aim difference of professional training and consequently the need in the considerable curricula changes is shown on the example of two engineering specialties where the Theory of Mechanisms, Machines and Modulators course is taught.

Программа курса ТММ и М, разработанная в БНТУ для специальностей машиностроительного профиля, кладет в основу этого курса фундаментальные положения предшествующих общенаучных дисциплин (физики, математики, механики), развивая и дополняя их применительно к конкретным техническим задачам, которые возникают при проектировании

механизмов и машин. По нашему мнению вопросам преемственности в этой программе уделено избыточное внимание.

Курс теории механизмов, машин и манипуляторов – первая общепрофессиональная дисциплина в подготовке будущего инженера-механика и в силу этого должна существенно отличаться от предшествующих общенаучных дисциплин: главным в ней должна быть профессиональная направленность. В ней должны содержаться элементы, позволяющие студенту отчетливо понимать цель его пребывания в ВУЗе, общественную значимость его будущей специальности, основные этапы ее постижения. Без этого понимания студент не будет отличаться от школьника (он будет накапливать знания без творческого их применения).

Исходя из этих соображений при разработке рабочих программ курса вопросы типовой программы курса ТММ и М необходимо акцентировать и дополнять таким образом, чтобы студент мог четко представить – где и для чего ему эти сведения в его профессиональной деятельности могут понадобиться.

В качестве примера рассмотрим рабочие программы курса ТММ и М для специальностей 36.01.03 «Технологическое оборудование машиностроительного производства» и 36.01.04 «Оборудование и технология высокоэффективных процессов обработки материалов», читаемого в разных потоках на машиностроительном факультете.

Основной целью первой общепрофессиональной дисциплины (ТММ и М) для спец. 30.01.03 считаем знакомство студента с побудительными мотивами зарождения новых машин, с этапами их разработки и критериями внедрения. Для спец. 36.01.04, по нашему мнению, главное состоит в том, чтобы приемы и методы, содержащиеся в ТММ приложить непосредственно в практику планирования и проведения ремонтных работ для достижения высокого качества при одновременном снижении затрат (за счет увеличения допусков на ремонтные размеры).

В соответствии с названными целями мы в рабочей программе первой специальности на первой же лекции даем подробнейшую трактовку классического определения машин, устанавливаем значение предшествующих дисциплин для изучения механических движений, обращаем внимание на производительность, как главный фактор в развитии общества, называем другие определяющие факторы машинных технологий.

В дальнейшем устанавливаем связь параметров технологий с конструктивными параметрами машин, показываем, что машина – инструмент для реализации технологий [2], а в курсовом проекте отрабатываем этап разработки технического предложения на машину (первый этап проектирования машин в ЕСКД). Подбираем функциональные механизмы, осуществляем их геометрический и динамический синтез, оцениваем возможные массо- и энергозатраты.

Динамический синтез машин [3] в соответствии с рассмотренной рабочей программой осуществляем для обеспечения устойчивости выполнения заданного машинного техпроцесса.

В свете заявленных целей преподавание курса ТММ и М на изложенном уровне для спец.36.01.04 считаем по меньшей мере, нерациональным. Поэтому указанные вопросы студентами этой специальности рассматриваются лишь обзорно. Содержание лекций, практических, лабораторных занятий, а также тематика курсового проектирования здесь уместны другие: в основу положена основанная на дифференциальном методе расчета ошибок положения ведомых звеньев механизмов теория точности Н.Г. Бруевича. Практически с нее начинается лекционный курс, она является фундаментом при проведении практических и лабораторных занятий; первый лист курсового проекта посвящен изучению влияния ошибок (ремонтных допусков) изготовления звеньев механизмов на ошибку положения их ведомого звена.

В лекциях и на лабораторных занятиях усилены вопросы влияния избыточных связей на износ в кинематических парах [4], рассматриваются вопросы корригирования зубчатых ко-

лес с целью подгонки под ремонтные размеры межосевых расстояний. Эти вопросы, наряду с вопросами износа зубьев зубчатых колес и кулачков широко представлены во 2-м и 3-м листах курсового проекта. В лабораторных работах упор делается на методиках уравнивания роторов при неизвестном расположении неуравновешенных масс, а в лекциях – на вопросах виброзащиты и гашения колебаний. Признано необходимым наряду с кинетостатическим расчетом изучать метод определения усилий в кинематических парах способом Н.Е. Жуковского.

Как показывает опыт преподавания дисциплины ТММ и М на кафедре теоретической механики в Полоцком государственном университете, преподавание с учетом специальности способствует раскрытию творческих способностей студента, оказывает положительное влияние на его успеваемость.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анципорович П.Н., Акулич В.К. О программе курса «Теория механизмов, машин и манипуляторов // Современные методы проектирования машин, вып.1, т.3. – Мн.: УО Технопринт, 2002, стр. 280-286.
2. Коренский В.Ф., Вольнец Е.В. Единый метод определения подвижности механизмов // Теоретическая и прикладная механика. - Мн.: УО Технопринт, 2002, стр. 135-138.
3. Коренский В.Ф., Василенко Д.Л. Вопросы курсового проектирования технологических машин по заданной величине коэффициента производительности // Теоретическая и прикладная механика. - Мн.: УО Технопринт, 2004, стр. 153-156.
4. Коренский В.Ф. К определению энергоемкости сложных машин. Создание ресурсосберегающих машин и технологий. Ч.1, Могилев, 1996, стр. 48-50.

ОСОБЕННОСТИ ПОДБОРА ЗАДАЧ ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ КОНКУРСОВ НА ОЛИМПИАДАХ ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКЕ

Шимановский А.О.

Features of the computer competitions organization on theoretical mechanics olympiads are considered. There is offered the plan of task construction, including some not connected with each other problems.

В настоящее время с помощью численных методов решается большинство прикладных задач механики. Такая тенденция требует от инженеров знания алгоритмических языков и прикладного программного обеспечения. Они также должны иметь навыки использования известных численных алгоритмов для практических целей. Названные обстоятельства стали причиной того, что на олимпиадах различного уровня помимо теоретического тура проводятся конкурсы по решению задач теоретической механики на ЭВМ.

Проведение подобного конкурса требует тщательной предварительной подготовки. Во-первых, необходимо обеспечить участников конкурса сравнимыми по своей производительности средствами вычислительной техники. Причем, если они подключены к одной сети, то зависание компьютера одного участника не должно отражаться на работе других. Чтобы решить эту задачу, необходимо заранее оценить количество участников. В силу существующих

различий в учебных программах различных специальностей, следует предоставить участникам возможность выбора одного из наиболее распространенных языков программирования высокого уровня (Pascal, Visual Basic, C++, и др.). Кроме того, в последние годы широкое распространение получили такие программные продукты, в которых уже заложены необходимые для решения задач алгоритмы (MathCAD, Mathematica, Maple и др.). Формат конкурса может предусматривать и их использование.

Во-вторых, следует уделить особое внимание подготовке заданий для компьютерного конкурса. Здесь целесообразно использовать задачи, решение которых аналитическими методами либо невозможно, либо крайне трудоемко.

В частности, при проведении Всероссийских олимпиад по теоретической механике в Пермском государственном техническом университете и Уральском государственном университете студентам предлагалась одна задача из разделов динамики материальной точки, динамики твердого тела или динамики материальной системы [1, 2]:

- движение материальной точки с учетом сил трения и сил сопротивления воздуха;
- движение космического аппарата в системе Земля-Луна;
- исследование вынужденных колебаний точки с нелинейными связями;
- движение абсолютно твердого тела в поле силы тяжести;
- движение материальной системы с двумя степенями свободы под действием сил тяжести.

Все названные задачи требовали численного интегрирования системы нелинейных дифференциальных уравнений. Анализ результатов олимпиад показал, что даже частичное решение задач удавалось выполнить лишь нескольким участникам (до 10), а остальные получали только символические баллы. Это обусловлено, по нашему мнению, недостаточной практикой студентов в решении задач механики на ЭВМ, а также достаточно высокой сложностью задач, из-за которой многие участники олимпиад, особенно изучающие ее по сокращенной программе, даже не смогли правильно составить дифференциальные уравнения движения исследуемых объектов.

При подготовке к компьютерным конкурсам Белорусских республиканских олимпиад была поставлена цель по подбору таких комплектов задач, в которых по крайней мере одно задание было бы посильным для всех участников.

Например, на олимпиаде 2001 года для решения было предложено задание, состоящее из трех частей: первая предполагала решение задачи по статике, которая требовала численное решение нелинейного алгебраического уравнения, а вторая и третья – исследования колебаний материальной точки. Задача имеет следующее условие.

Груз массы $m = 0,3$ кг подвешен на двух невесомых пружинах, силы упругости которых подчиняются соотношению $F_{\text{упр}} = c\Delta l^2$, где $c = 100$ Н/м²; Δl — деформация пружины. Длина каждой пружины в недеформированном состоянии — $l_0 = 35$ см. Расстояние между точками подвеса пружин $2a = 60$ см.

1. Определить силы упругости пружин при равновесии системы.
2. Внезапно правая пружина отрывается от груза. Найти скорость груза в момент, когда оставшаяся пружина окажется первый раз вертикальной. Считать, что ось пружины остается прямолинейной на протяжении всего времени движения груза.
3. Рассчитать максимальную силу упругости, которая наблюдается в течение первых 10 секунд движения груза.

Достоинством этой задачи является наличие достаточно простой первой части, которая была решена практически всеми командами. Такой результат весьма важен с психологической точки зрения. Он прибавляет уверенности студентам в своих силах. А вторая и третья части задачи позволили выявить участников олимпиады, лучше других умеющих программировать решение динамических задач, и определить победителей. Причем ответ на второй вопрос задачи продемонстрировал правильность подхода к ее решению, а третий – качество программирования, так как точность расчетов существенно зависела от используемого числен-

ного метода решения системы дифференциальных уравнений и правильного подбора шага интегрирования.

В 2002 году студентам на Республиканской олимпиаде впервые помимо алгоритмических языков высокого уровня разрешалось применение программы MathCAD. Были предложены три задачи: по статике, кинематике и динамике.

Задача 1. Соединенные шарниром однородные стержни BC и CD , силы тяжести которых $G_{BC} = 30$ Н и $G_{CD} = 50$ Н, удерживаются в равновесии с помощью двух нитей AB и DE (рисунок 1). Точки подвеса нитей A и E находятся на одной горизонтали. Известны размеры конструкции $AB = 30$ см, $BC = 30$ см, $CD = 40$ см, $DE = 50$ см, $AE = 50$ см.

Определить углы α и β , которые нити образуют с прямой AE . Погрешность при вычислении углов не должна превышать 0,01 градуса.

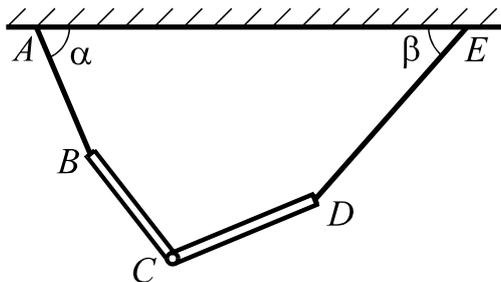


Рисунок 1 – Схема к задаче 1.

Задача 2. В изображенном на рисунке 2 кривошипно-шатунном механизме кривошип OA вращается с постоянной угловой скоростью $\omega = 10$ рад/с. Длины кривошипа и шатуна $OA = 20$ см, $AB = 35$ см. Точка M находится на расстоянии $AM = 15$ см от конца шатуна A .

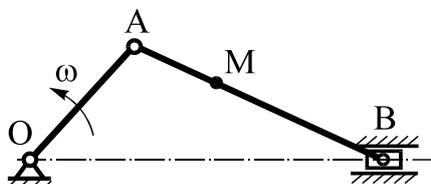


Рисунок 2 – Схема к задаче 2.

Рассчитать среднюю скорость и среднее ускорение точки M за время одного оборота кривошипа. Значения скорости и ускорения должны быть вычислены с точностью до 1 мм/с и 1 мм/с² соответственно

Задача 3. Автомобиль массы $m = 2500$ кг, оснащенный реактивным двигателем, сила тяги которого $F = 15$ кН, движется по прямолинейному горизонтальному участку дороги. В процессе движения на автомобиль действуют силы сопротивления, равнодействующая которых $R = 500 + 80v + 1,5v^2$ Н, где v – скорость автомобиля, м/с. Масса топлива значительно меньше массы автомобиля.

а) Определить (с точностью до 0,1 м/с) до какой скорости разгонится автомобиль, вначале находившийся в покое, к моменту, когда пройденный им путь станет $s = 500$ м. Сила тяги действует в течение всего времени разгона.

б) В начале участка дороги (точка A) автомобиль имеет скорость 80 м/с. При этом его двигатель отключен. Через некоторое время, при достижении точки B , двигатель включается и, проработав 5 секунд, отключается снова. Останавливается автомобиль в положении C . Каково должно быть расстояние AB , для того чтобы пройденный автомобилем путь AC был наибольшим. Расстояние должно быть найдено с точностью до 1 м.

Включение в задание нескольких самостоятельных задач дало участникам олимпиады возможность выбора. Результаты проверки решений показали, что большинство студентов правильно решили наиболее легкую задачу – по кинематике. В задаче по статике возникла необходимость решения системы нелинейных алгебраических уравнений. С ней удалось справиться только одной команде, использовавшей встроенные функции MathCADa. В то же время вторая часть задачи по динамике могла быть успешно решена с помощью этой системы лишь при удвоении точности вычислений. Применение языков программирования высокого уровня позволяло решить эту задачу без дополнительных ухищрений.

Возможность использования программных средств различного уровня привела к необходимости разработки критериев оценки выполнения работы, учитывающих различные затраты времени на ее выполнение. Было принято решение оценивать полное решение задачи с применением MathCAD меньшим количеством баллов, чем за решение с применением языков высокого уровня. Однако при этом участник, полностью выполнивший 4 задания, в любом случае опережал соперника, получившего меньшее число правильных ответов.

Заметим, что при оценке результатов конкурса обязательно оценивалась правильность составленных выражений и уравнений, положенных в основу численного решения. Однако вклад этой составляющей в общую оценку задачи не превышал 20 процентов ее «стоимости», так как ее увеличение нивелировало бы смысл компьютерного конкурса. Дополнительными баллами оценивалась графическая поддержка работы программ.

Анализ результатов олимпиад, на которых предлагались приведенные задачи, показал, что лучшие результаты показали именно те студенты, которые набирали высокие баллы и на Всероссийских олимпиадах. В то же время не было нулевых оценок, которые понижают самооценку студентов и у многих отбивают желание дальнейшей работы. Для некоторых студентов участие в компьютерном конкурсе олимпиады стало отправной точкой для выполнения их научных работ.

Таким образом, при подготовке заданий компьютерных конкурсов олимпиад в них целесообразно включать нескольких задач, не связанных друг с другом. Причем, одно из заданий обязательно должно быть посильным для большинства участников. Это наряду с возможностью выявления победителей позволяет стимулировать интерес к дальнейшему изучению теоретической механики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шишляев В. В. Организация И Проведение Конкурсов По Решению Задач С Применением Пэвм В Рамках Олимпиад По Теоретической Механике // Современные Тенденции И Направления Развития Олимпиадного Движения По Теоретической Механике: Материалы Докладов Общероссийской Конференции. Ч. 1.– Тамбов: Изд-Во Тгту, 2003.– С. 41-43.
2. Финальный отчет по всероссийской студенческой олимпиаде по теоретической механике (III заключительный тур) 30 октября – 3 ноября 2000 г. – Екатеринбург, 2000.– 76 с.