

УДК 378.014.6:004.9

Обносов Константин Борисович, канд. техн. наук, доц.,
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Россия, 105005, Москва, 2-я Бауманская, д. 5, panalv@mail.ru

Бондаренко Николай Иванович, канд. техн. наук, доц.,
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Россия, 105005, Москва, 2-я Бауманская, д. 5, panalv@mail.ru

Паншина Алла Викторовна, канд. физ.-мат. наук, доц.,
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Россия, 105005, Москва, 2-я Бауманская, д. 5, panalv@mail.ru

О МЕТОДИКЕ КОМПЬЮТЕРНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ СТУДЕНТОВ ПО РАЗДЕЛУ «СТАТИКА»

Аннотация. Проведение контрольных мероприятий в студенческих группах, кроме оценки их знаний, позволяет также выявлять недостатки в их знаниях, навыках и умениях. Контроль помогает преподавателю исправить студентам эти недостатки. Компьютерное тестирование дает возможность преподавателю значительно интенсифицировать контроль знаний студентов. При этом целесообразно рассматривать следующие аспекты: типы вопросов, включаемых в тесты; описание и представление конкретных типов вопросов по разделу «Статика»; методика проведения занятий по компьютерному тестированию; предварительные выводы по реально проведенному тестированию. В статье обсуждается формирование двух частей компьютерного тестирования: плоская статика и пространственная статика. С учетом характерных студенческих ошибок задачи в вариантах подбираются по принципу «от простого к сложному». Приводятся образцы некоторых тестов.

Ключевые слова: компьютерное тестирование, плоская статика, пространственная статика, проекция силы, момент силы.

Obnosov Konstantin B., Ph. D., associate professor,
Bauman Moscow State Technical University, 5, 2-ya Baumanskaya street,
Moscow, 105005, Russia, panalv@mail.ru

Bondarenko Nikolay I., Ph. D., associate professor,
Bauman Moscow State Technical University, 5, 2-ya Baumanskaya street,
Moscow, 105005, Russia, panalv@mail.ru

Panshina Alla V., Ph. D., associate professor,
Bauman Moscow State Technical University, 5, 2-ya Baumanskaya street,
Moscow, 105005, Russia, panalv@mail.ru

ON THE METHODOLOGY OF COMPUTER TESTING OF STUDENTS ON THE SECTION "STATICS"

Abstract. Conducting control activities in student groups, in addition to assessing their knowledge, can also be designed to identify shortcomings in their knowledge, skills

and abilities. Control will help the teacher to correct students these shortcomings. Computer testing allows the teacher to significantly intensify the control of students' knowledge. It is advisable to consider the following aspects: types of questions included in the tests; description and presentation of specific types of questions on the section "Statics"; implemented methods of conducting classes in computer testing; preliminary conclusions on the actual testing. The article discusses the formation of two parts of computer testing: flat statics and spatial statics. Taking into account the characteristic student mistakes, the problems in the options are selected on the principle of "from simple to complex". Examples of some tests are given.

Key words: computer testing, planar statics, spatial statics, force projection, force moment.

Введение

В настоящее время объем знаний, необходимый специалисту, и интенсивность развития науки и техники значительно выше, чем в прошлом веке. Теоретическая механика как базовая дисциплина механического цикла имеет большое значение для современного машиностроения. Поэтому современная научная и производственная практика требует от вузов совершенствования преподавания теоретической механики как в количественном, так и в качественном (в частности, в методическом) планах [1–5]. В вузах страны наблюдаются достаточно быстрые и прямо противоположные изменения в преподавании естественно-научных и инженерных дисциплин. Новейшие компьютерные технологии при высокопрофессиональном их использовании могут поправить сложившуюся ситуацию. Целью настоящей работы и является разработка элементов методики и содержания компьютерного тестирования учащихся по одному из разделов теоретической механики – статике [6–8].

Методика и содержание компьютерного тестирования

На кафедре теоретической механики МГТУ им. Н.Э. Баумана разработаны две части тестирования. Первая часть – по разделу плоская статика, вторая часть – по разделу пространственная статика.

Формирование обеих частей базируются на построении компьютерного аналога обычной контрольной работы. Контрольные работы по различным темам теоретической механики в 60–70-х годах и в первой половине 80-х годов прошлого века во многих вузах были обычным в учебном процессе мероприятием, которое являлось весьма эффективным элементом обучения студентов. После проверки контрольных работ преподаватели обычно проводят со студентами разбор их ошибок.

Можно выделить характерные ошибки студентов:

- неверное проецирование вектора силы на координатную ось;
- неправильное вычисление момента силы относительно точки в случае плоской системы сил или относительно оси в случае пространственной системы сил;
- неверная запись условий равновесия;
- вычислительные ошибки при решении этих задач.

Если при составлении тестов ограничиться только традиционными задачами, а при проведении тестирования студенты будут выводить на экран компьютера только численные ответы, то преподавателям будет невозможно выявить характер ошибок при неправильном ответе. Поэтому в качестве начальных компьютерных тестовых заданий авторы и предлагают ряд несложных вопросов на вычисление проекций вектора силы на оси координат и моментов силы относительно центра для плоской системы сил и относительно координатных осей для пространственной системы сил. То есть формирование вопросов теста основано на принципе «от простого к сложному». Ещё два–три вопроса в тесте являются задачами на равновесие механической системы под действием плоской и пространственной системы сил.

В настоящее время на кафедре «Теоретическая механика» создано 23 комплекта различных типов вопросов, три из которых – задачи [9, 10]. Ниже приводятся образцы некоторых типов вопросов.

Вопросы тестов по плоской статике

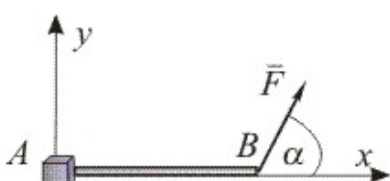
Чему равна проекция силы $\vec{F}$ на ось Ax, если $\alpha = 30^\circ$, $F = 2\sqrt{3}$ Н? Ответ выразить в Ньютонах	
--	--

Рис. 1. Образец вопроса из группы 1 базы данных

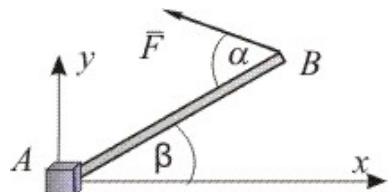
Чему равна проекция силы $\vec{F}$ на ось Ax, если $\alpha = 60^\circ$, $\beta = 30^\circ$, $F = 10\sqrt{3}$ Н? Ответ выразить в Ньютонах	
---	--

Рис. 2. Образец вопроса из группы 3 базы данных

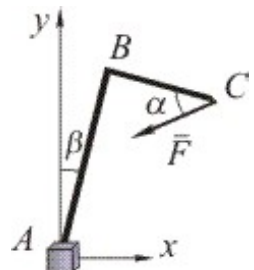
Чему равна проекция силы $\vec{F}$ на ось Ax, если $AB \perp BC$, $\alpha = \frac{\pi}{4}$, $\beta = \frac{\pi}{12}$, $F = 10\sqrt{3}$ Н? Ответ выразить в Ньютонах	
---	---

Рис. 3. Образец вопроса из группы 5 базы данных

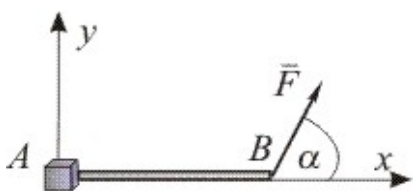
Чему равен алгебраический момент силы $\vec{F}$ относительно центра A, если $\alpha = 45^\circ$, $AB = 3$ м, $F = 4\sqrt{3}$ Н? Ответ выразить в Н·м	
--	--

Рис. 4. Образец вопроса из группы 7 базы данных

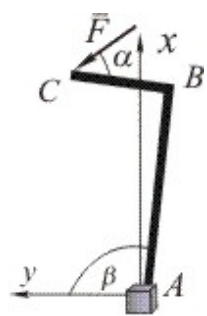
Чему равен алгебраический момент силы $\vec{F}$ относительно центра A, если $AB \perp BC$, $AB = 10$ м, $BC = 4$ м, $F = 34\sqrt{2}$ Н, $\alpha = \frac{\pi}{4}$, $\beta = \frac{8\pi}{15}$. Ответ выразить в Н·м	
---	---

Рис. 5. Образец вопроса из группы 10 базы данных

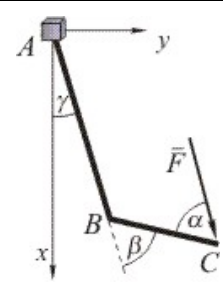
Чему равен алгебраический момент силы $\vec{F}$ относительно центра A, если $\alpha = 30^\circ$, $\beta = 60^\circ$, $\gamma = 30^\circ$, $A = 2$ м, $BC = 1$ м, $F = 4$ Н? Ответ выразить в Н·м	
--	---

Рис. 6. Образец вопроса из группы 12 базы данных

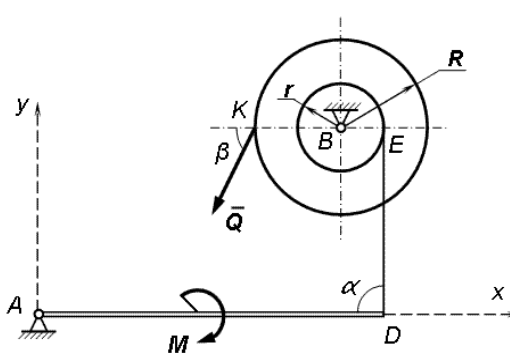
Стержень AD и двухступенчатый барабан соединены нерастяжимой нитью DE. При заданных геометрических размерах и нагрузке в виде пары сил с моментом $M = 4\sqrt{3}$ кНм определить величину силы Q, необходимую для равновесия механической системы, если $r = 0,1$ м, $R = 0,2$ м, $AD = 0,8$ м, $\alpha = 90^\circ$, $\beta = 60^\circ$. Ответ выразить в Ньютонах	
---	--

Рис. 7. Образец задачи из группы 14 базы данных

Вопросы тестов по пространственной статике

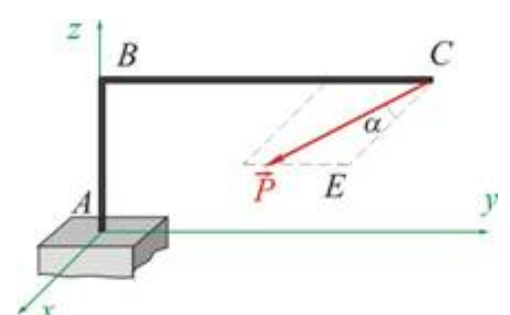
Изогнутый под прямым углом стержень ABC в сечении A жестко защемлен. В сечении C к нему под углом α, отсчитываемым от луча CE, параллельного оси Ax, приложена сила P. Сила P и луч CE расположены в плоскости, параллельной координатной плоскости Axy. Определить проекцию силы P на ось Ax, если $\alpha = 30^\circ$, $P = 6\sqrt{3}$ Н	
---	--

Рис. 8. Образец вопроса из группы 15 базы данных

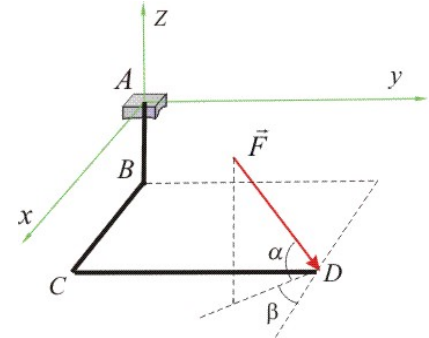

--

Рис. 9. Образец рисунка из групп 17 и 19 базы данных

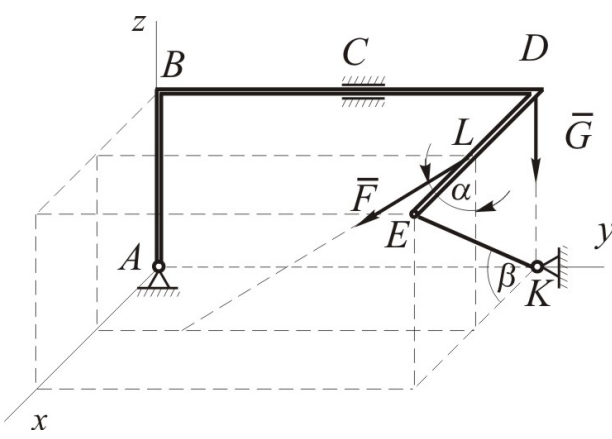
Конструкция, состоящая из изогнутого стержня $ABCDE$ и соединенного с ним сферическим шарниром E прямого стержня EK, закреплена цилиндрическим шарниром C и неподвижными сферическими шарнирами A и K. Она нагружена силами $G = 10$ Н и $F = 10\sqrt{2}$ Н. Определить реакцию X_C, если углы $\alpha = \beta = 45^\circ$, а длины $AB = BC = CD = DE = 1$ м, $DL = 0,5$ м. Стержни считать невесомыми. Ответ выразить в Н	
--	--

Рис. 10. Образец задачи из группы 23 базы данных

В каждой группе схемы могут повторяться для различных численных данных, что существенно увеличивает количество задач для их случайной выборки при формировании тестов.

Методика использования созданной базы вопросов в компьютерном тестировании определяется рядом факторов. Во-первых, методика определяется программой-оболочкой. С помощью программы, имеющейся в распоряжении авторов статьи, можно формировать тесты (содержание тестов) из любого количества вопросов, разных по смыслу, описанной выше базы данных. Это позволяет составлять тесты различного объёма и сложности. Иными словами, по разделу «Статика» имеются тесты для больших, средних и малых программ для групп с различной степенью подготовленности. Во-вторых, выбор методики связан со временем, отводимым на тестирование. Время же тестирования определяется условиями, в которых оно проводится.

На кафедре «Теоретическая механика» МГТУ им. Н.Э. Баумана компьютерное тестирование используется в трёх вариантах.

1. Первоначально, когда была создана база вопросов только для плоской статики, тестирование проводилось для студентов, изучавших теоретическую механику по малой программе – 51-часовой.

Так как это было пробное тестирование, то студентам предлагалось

ответить за 20 минут на четыре вопроса в аудитории кафедры с пятью компьютерами. Таким образом, за одну пару удавалось протестировать группу студентов из 20–25 человек. Этот вариант успешно реализовывался два года подряд, пока двое из авторов статьи вели занятия по этой программе.

2. К середине прошлого учебного года создание базы вопросов по статике было в основном завершено. В мае 2017 года были заказаны компьютерные классы для 3-х групп на пять пар. Три пары – для тестирования трёх групп по плану, а две пары – запасные, для повторного тестирования.

Тестирование состоит из двух частей: первая часть предназначена для тренировки; вторая часть является непосредственно тестированием. Соответственно и программная оболочка состоит из двух частей. Первая часть оболочки реализует тренировку: она последовательно выдает вопросы, но допускает к следующему только при верном ответе студента. Вторая часть оболочки реализует непосредственно тестирование: после ответа студента на выданный вопрос программа информирует о правильности или неправильности ответа и выдает студенту следующий вопрос. Такая форма тестирования создает студентам рабочий, без волнения, настрой и позволяет подготовленным студентам хорошо ответить на большинство вопросов. При тестировании в мае 2017 года предлагалось 8 вопросов: пять вопросов по плоской статистике (из них один являлся полноценной задачей) и три – по пространственной статике (одна полноценная задача). Проведенное тестирование показало, что большинство студентов успешно прошли компьютерный контроль сразу, восприняли это тестирование как необходимое и удобное мероприятие. Этот контроль для студентов имел ряд преимуществ по сравнению с традиционной контрольной работой: результат контроля был известен сразу после окончания работы; все сделанные недочёты

в основном были понятны без обращения к преподавателю.

Таким образом, анализ результатов был индивидуальным и не требовал дополнительного времени.

Для преподавателя такой компьютерный контроль знаний студентов также имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционным контролем. Преподавателю не требуется тратить силы и время на проверку контрольной работы, т.к. за него это делает компьютерная программа. Преподавателю остаётся по сформированным программой на каждого студента протоколам выставить всей группе оценки. Полное описание работы программы и содержание протокола можно найти в статье [9].

3. На кафедре «Теоретическая механика» МГТУ им. Н.Э. Баумана один из молодых преподавателей, который понял необходимость и удобство компьютерного тестирования, использует его для выявления факта – сам ли студент выполнял плановое индивидуальное домашнее задание или списал. Если проверка представленной работы показывает, что работа выполнена правильно, а студент на поставленные простые вопросы быстро ответить не может, то ему предлагается короткое компьютерное тестирование из четырёх вопросов: два вопроса на вычисление проекций силы на оси координат и два вопроса на вычисление моментов сил относительно точки. Если студент успешно прошел тестирование, то он получает зачет.

Выводы

1. В настоящее время надо не только заботиться о внедрении компьютерных технологий в учебный процесс, но и разрабатывать оптимальные методики их использования.

2. Компьютерное тестирование ускоряет и облегчает контроль знаний и умений студентов при решении задач по разделу «Статика».

3. Компьютерное тестирование ускоряет и облегчает студентам выполнение аудиторных контрольных работ, создаёт у студентов ощущение объективности проверки работ.

4. Необходимо отметить большой объём трудозатрат при составлении базы данных для программы, реализующей тестирование. Но они впоследствии многократно окупаются.

Список литературы

1. Мещерский, И.В. Задачи по теоретической механике: учебное пособие / И.В. Мещерский; под. ред. В.А. Пальмова, Д.Р. Меркина. – СПб.: Лань, 2005. – 448 с.

2. Никитин, Н.Н. Курс теоретической механики: учебник для вузов / Н.Н. Никитин. – М.: Высшая школа, 2003. – 719 с.

3. Курс теоретической механики: учебник для вузов / В.И. Дронг [и др.]; под общ. ред. К.С. Колесникова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. – 736 с.

4. Курс теоретической механики. В 3 т. Т. 1. Статика и кинематика / Н.В. Бутенин [и др.]. – М.: Наука, 1979. – 272 с.

5. Кепе, О.Э. Сборник коротких задач по теоретической механике: учебное пособие для вузов / О.Э. Кепе. – М.: Высшая школа, 1989. – 368 с.

6. Геронимус, Я.Л. Теоретическая механика (очерки об основных положениях) / Я.Л. Геронимус. – М.: Наука, 1973. – 512 с.

7. Методические указания к решению задач и выполнению курсовых заданий по теме «Статика» / В.В. Дубинин [и др.]. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. – 52 с.

8. Кочанов, Ф.П. Материалы для семестровых заданий по теоретической механике. В 2 ч. Ч. 1 / Ф.П. Кочанов, К.Б. Обносков. – М.: Изд-во ВА РВСН им. Петра Великого, 2000. – 127 с.

9. Бондаренко, Н.И. Компьютерное тестирование в курсе теоретической механики / Н.И. Бондаренко, К.Б. Обносков, А.В. Паншина // Инженерный журнал: наука и инновации: электрон. науч.-техн. изд. – 2014. – № 12 (36). – С. 2. – URL: <http://engjournal.ru/catalog/pedagogika/hidden/1340.html>

10. Бондаренко, Н.И. Компьютерное тестирование по задачам плоской статики в курсе теоретической механики / Н.И. Бондаренко, К.Б. Обносков, А.В. Паншина // Труды МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2014. – № 613. – С. 44–49.

References

1. Meshcherskij I.V. *Zadachi po teoreticheskoy mekhanike* (Tasks of theoretical mechanics), Saint-Petersburg, Lan', 2005, 448 p.
2. Nikitin N.N. *Kurs teoreticheskoy mekhaniki* (Course of theoretical mechanics), Moscow, Vysshaya shkola, 2003, 719 p.
3. Drong V.I., Dubinin V.V., Il'in M.M., Kolesnikov K.S. *Kurs teoreticheskoy mekhaniki* (The course of theoretical mechanics), Moscow, MGTU im. N.Eh. Bauman, 2000, 736 p.
4. Butenin N.V., Lunc YA.L., Merkin D.R. *Kurs teoreticheskoy mekhaniki. V 3 t. T. 1. Statika i kinematika* (Course of theoretical mechanics. In 3 vol. Vol. 1. Statics and kinematics), Moscow, Nauka, 1979, 272 p.
5. Кеpe O.Eh. *Sbornik korotkih zadach po teoreticheskoy mekhanike* (Collection of short problems on theoretical mechanics), Moscow, Vysshaya shkola, 1989, 368 p.
6. Geronimus Ya.L. *Teoreticheskaya mekhanika (ocherki ob osnovnykh polozheniyakh)* (Theoretical mechanics (essays on the basic provisions)), Moscow, Nauka, 1973, 512 p.
7. Dubinin V.V., Bondarenko N.I., Korovajceva N.S., Kudrin V.S. *Metodicheskie ukazaniya k resheniyu zadach i vypolneniyu kursovyyh zadaniy*

po teme «Statika» (Methodical instructions for task solving and implementation of term tasks on "Static"), Moscow, MGTU im. N.Eh. Bauman, 2003, 52 p.

8. Kochanov F.P., Obnosov K.B. *Materialy dlya semestrovyyh zadaniy po teoreticheskoy mekhanike. V 2 ch. Ch. 1* (Materials for semester assignments in theoretical mechanics. In 2 parts. Part 1), Moscow, VA RVSN im. Petra Velikogo, 2000, 127 p.

9. Bondarenko N.I., Obnosov K.B., Panshina A.V.
Inzhenernyy zhurnal: nauka i innovacii, 2014, no. 12 (36), p. 2. –
URL: <http://engjournal.ru/catalog/pedagogika/hidden/1340.html>

10. Bondarenko N.I., Obnosov K.B., Panshina A.V.
Trudy MGTU im. N.Eh. Bauman, 2014, no. 613, pp. 44–49.