

УДК 378.147+53

КАЧЕСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И ЕГО КОНТРОЛЬ НА ПРИМЕРЕ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ В ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

Ткачева Татьяна Михайловна, канд. физ.-мат. наук, доц.,
МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, tatmihotka@rambler.ru

Смык Александра Федоровна, д-р физ.-мат. наук, доц.,
МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, afsmyk@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются метод тестирования, как способ контроля усвоения знаний обучающимися на примере дисциплины «Физика», и правила его применения. Приведены характеристики тестирования, обеспечивающие объективную интерпретацию результатов. Этими характеристиками являются сложность теста, его надежность и валидность. Рассмотрены виды тестов и примеры тестовых заданий, предлагаемых студентам технического вуза. Результаты тестирования позволяют преподавателям выявить разделы физики, вызывающие наибольшие трудности в понимании и усвоении. Такими разделами являются законы сохранения в механике и представления о вращательном движении и знание его характеристик. Средний балл по результатам тестирования не превышает 6 из 10 возможных. Этот факт свидетельствует о наличии пробелов в знаниях отдельных разделов физики. Выявление таких разделов вызывает необходимость совершенствования методики передачи знаний обучающимся, а также усовершенствования и модификации тестовых заданий.

Ключевые слова: тестовое задание, средний балл, трудность, виды тестов, примеры тестовых заданий, разделы физики.

THE QUALITY OF EDUCATION AND ITS CONTROL ON THE EXAMPLE OF TEACHING PHYSICS AT A TECHNICAL UNIVERSITY

Tkacheva Tatiana M., Ph. D., associate professor,
MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, tatmihotka@rambler.ru

Smyk Alexandra F., Dr. Sc., associate professor,
MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, tatmihotka@rambler.ru

Abstract. The article discusses the testing method as a way to control the assimilation of knowledge by students on the example of the discipline "Physics" and the rules for its

application. The characteristics of testing that provide an objective interpretation of the results are given. These characteristics are the difficulty of the test, its reliability and validity. The types of tests and examples of test tasks offered to students of a technical university are considered. The test results allow teachers to identify sections of physics that cause the greatest difficulties in understanding and mastering. Such sections are conservation laws in mechanics and ideas about rotational motion and knowledge of its characteristics. The average score of the test results does not exceed 6 out of 10 possible. This fact shows that there are gaps in the knowledge of certain sections of physics. The identification of such sections necessitates the improvement of the method of knowledge transfer to students, as well as the improvement and modification of test tasks.

Key words: test task, average score, difficulty, types of tests, examples of test tasks, physics sections.

Введение

Термин «качество образования» в последнее время употребляется довольно часто, особенно в сопровождении слов о компетенциях. Чаще всего речь идет о выпускниках университетов. Однако этот термин можно применить и к выпускникам школы, то есть будущим студентам университетов, а также для результатов учебной деятельности каждого семестра обучения или даже применить этот термин для контроля остаточных знаний по каждому разделу изучаемой дисциплины. Фактически термин «качество образования» в любом случае подразумевает, что с помощью того или иного вида контроля осуществляется контроль остаточных знаний обучающегося с течением времени по отношению к первичному знакомству с дисциплиной, например, после окончания изучения раздела «Механика» [1].

Контроль качества образования включает в себя выявление учебных достижений обучающихся в течение учебного процесса, причем оцениванию подвергаются не только обучающиеся, но одновременно и преподавательский состав, и администрация университета, которые создали условия для продуктивной учебы. Объективность результатов такого оценивания является основой для улучшения образовательной

среды и всего учебного процесса. Объективное оценивание можно рассматривать с точки зрения воспитательного действия, а не только как информационного и диагностического. Любой успех обучающегося рождает положительные эмоции, дает повод уважать себя и гордиться, что дает надежду на рост самодисциплины и повышение интереса к учебе. С другой стороны, любой неуспех обучающегося дает повод для корректировки как содержания учебного материала, так и формы его подачи на учебных занятиях. Разумеется, требуется и корректировка самих тестовых заданий.

Контроль остаточных знаний – это и контрольная работа в течение учебного семестра, и курсовые работы, и зачеты в конце семестра, и экзамены. К этому же контролю можно отнести и дипломные проекты. Контроль качества образования является одной из функций администрации, начиная с университетской кафедры и вплоть до министерства высшей школы и науки.

Качественное образование представляет собой стратегическую цель государства в области образования, является основой не только фундаментальной науки, но и всех прикладных применений научных и инженерных достижений и, следовательно, обеспечивает экономическую стабильность и успешность государства.

Цель исследования

Разработка и применение средств контроля качества образования на примере использования этих средств при обучении физике в Московском автомобильно-дорожном государственном техническом университете (МАДИ) является целью настоящей статьи.

Методы и материалы исследования

В качестве методов исследования используются сравнительный и системный анализ проводимых тестирований обучающихся. Материалами исследований служат подготовленные преподавателями кафедры

«Физика» тестовые задания для обучающихся по всем разделам учебной дисциплины «Физика».

Результаты и их обсуждение

1. Характеристики тестов

Тестовый метод в образовании зародился более ста лет назад, в его развитии были разные периоды, но несмотря на качественное различие современного состояния и начального периода развития имеется органическая связь, преемственность в видах и целях тестирования, которое по-прежнему является педагогической инноватикой [2]. В настоящее время использование тестирования по отдельным разделам или по окончании изучения всей дисциплины является общепризнанной практикой. Однако, составление теста представляет собой трудоемкий творческий процесс. Результатом составления теста может быть не только непосредственно тест, но и рождение нового подхода к преподаванию данного конкретного предмета. Составляя тестовое задание и ответы на него, преподаватель глубже вникает в суть предлагаемой дисциплины, так как адекватность вопроса и ответа заставляют рассмотреть ее содержание еще и еще раз [3].

При составлении любого теста необходимо выполнять те правила, которые были выработаны за длительный период использования тестов для контроля знаний обучающихся. Важными характеристиками любого теста являются оценка трудности, надежность и валидность [4].

Если тест перед применением был рассмотрен несколькими экспертами, если были рассчитаны трудность, надежность и валидность, то такой тест представляет собой классический педагогический тест. Для такого теста программа пересчета ответов обучающихся в традиционные оценки позволяет выявить уровень знаний. Однако, как правило, для получения результата «зачет – незачет» под тестом подразумеваются тестовые задания по частям изучаемого раздела дисциплины. Для тестовых

заданий также можно рассчитать трудность, определить надежность и оценить валидность предлагаемых вопросов.

Трудность теста рассчитывается по доле неправильных ответов, то есть по отношению количества неправильных ответов к количеству предлагаемых вопросов. Понятно, что чем меньше это отношение, тем труднее предлагаемый тест.

Надежность определяется как возможность получения одинаковых результатов использования теста независимо от выборки, временных ограничений и каких-либо внешних факторов, например, наличие шума с улицы, или психологического давления фактора возможного провала. Следовательно, необходимо стандартизировать процедуру тестирования: всякое новое тестирование должно проходить в одинаковых аудиториях, в одинаковых условиях (речь идет о воздействии внешних факторов), с одинаковым временем для прохождения теста. Стандартизация подразумевает, что инструкция по проведению теста одинакова для всех участников. Выполнения этого правила повышает надежность проведения теста.

Валидность тестовых заданий представляет результат анализа содержания вопросов, процесса проведения тестирования, а также содержит качественную оценку получаемых обучающимися ответов данного тестирования. Валидизация предлагаемого обучающимся теста предполагает, что данный тест измеряет качество знаний именно в той области, которая заявлена как цель данного тестирования [5].

2. Погрешности тестирования

Тестирование называют инструментом педагогического измерения знаний обучающихся, следовательно, необходимо учитывать погрешность измерения [6]. Вопрос очень сложный и даже в чем-то спорный. Погрешность педагогического измерения зависит от многих факторов, например, в первую очередь, возникает представление о неправильном

выборе вопросов в тесте. Неправильность может заключаться в сложности вопросов, в непривычной для обучающихся трактовке вопроса, а также отсутствии учета способностей и уровня подготовки обучающихся.

Любое измерение, как правило, в результате представляют некоторым цифровым рядом. Этот ряд для оценки уровня знаний обучающихся состоит из четырех цифр: 5, 4, 3, 2. Если мы имеем дело с тестом онлайн, то для перевода ответов обучающихся в этот цифровой ряд в программу необходимо ввести критерии оценки, а не только совпадение с заранее подготовленными ответами. Обучающийся может ошибаться не только потому, что не подготовился по данному разделу, но иногда он может ввести случайно неправильный ответ из-за отсутствия концентрации. Кроме того, обучающийся не всегда понимает вопрос, что может свидетельствовать о недостаточной подготовке. Успех в выполнении теста может быть случайным, если некоторые ответы обучающийся просто угадает. Соответственно в этом случае результат теста и оценка обучающегося будет неадекватной.

Погрешность педагогического измерения (например, тестирование по отдельному разделу дисциплины) может увеличиваться или уменьшаться в зависимости от количества участвующих в тестировании обучающихся. Если их немного, а результаты близки, то создается впечатление об очень хороших (или плохих) знаниях обучающихся. При увеличении количества обучающихся при данном тестировании можно получить другие результаты и с большей погрешностью. Для каждой выборки можно определить коэффициент надежности, который зависит еще и от общего уровня тестируемых. Для каждой последующей выборки следует обновить коэффициент надежности теста.

3. Составление тестов

Существует несколько традиционно используемых вариантов тестовых заданий:

- выбор только одного ответа;
- выбор нескольких ответов;
- выбор соответствия;
- выбор соответствия ответов попарно;
- выбор «да» или «нет»;
- составление последовательности ответов по количеству или по качеству того, что заложено в ответах.

Тестовые задания с выбором одного или нескольких ответов содержат, как правило, от трех до пяти ответов и не только правильные, но и дистракторы, то есть неверные варианты. Разумеется, варианты «да» или «нет» не содержат никаких дополнительных ответов. Тестовые задания на соответствие заставляют вспомнить законы физики и формулы, описывающие эти законы. Для попарного соответствия знание формул особенно важно. Последовательности ответов проверяют не только память обучающегося, но и его способность пользоваться знаниями на практике.

4. Примеры тестовых заданий

На кафедре физики МАДИ тестирование используется в течение всего учебного времени изучения дисциплины «Физика» в системе интернет-тестирования студентов SCIENTIA [7]. В начале первого семестра изучения бывшие абитуриенты, а теперь студенты первого курса сдают входное тестирование. Преподаватели кафедры разработали входное тестирование, имеющее три уровня сложности [8]. Результаты данного тестирования дают возможность преподавателям определить степень школьной базовой подготовки по физике обучающихся, зачисленных на первый курс по всем техническим специальностям.

На протяжении всего изучения курса физики тестовые задания активно используются, процесс их составления и корректировки является частью педагогической работы преподавателей [9]. Особенно много новых тестовых заданий было составлено в период пандемии COVID-19 при

проведении занятий в онлайн формате. В этот период пришлось перестраивать процесс обучения и использовать кроме тестирования и новые, с точки зрения применения, педагогические технологии [10], например, проектный метод [11], модульный метод, метод кейсов, «перевернутый класс», и другие.

Основная трудность в преподавании физики в удаленном формате состояла в отсутствии реального лабораторного практикума. В короткий срок преподавателями кафедры были разработаны и внедрены в учебный процесс виртуальные лабораторные работы [12]. Для контроля знаний при использовании виртуальных лабораторных работ были составлены тестовые задания по теоретической части лабораторных работ, некоторые варианты тестов были заимствованы из открытых источников.

Эти задания используются для тестирования обучающихся МАДИ 1-го и 2-го года обучения не только в качестве тестов для отчета по лабораторным работам, но и также в качестве текущего контроля по разделам, итоговых тестов по окончании семестра изучения физики. Все эти тесты обучающиеся решают по «горячим следам», сразу после изучения соответствующего раздела на лекциях и практических занятиях, а также во время выполнения лабораторных работ. Следовательно, результаты данных видов тестирования позволяют не учитывать фактор забывания, который замечен при тестировании остаточных знаний через некоторое время после завершения обучения физике в университете. Приведем примеры различных видов тестовых заданий по физике.

Выбор только одного ответа

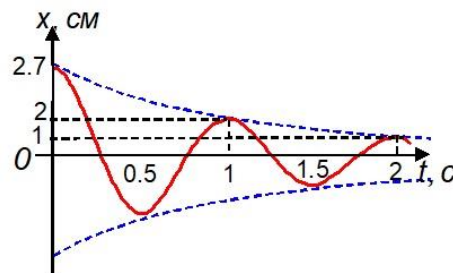
1) Постоянная сила $10H$, приложенная по касательной к твердому шару радиусом $R=1\text{см}$, заставила шар совершить оборот. Работа силы равна (в Дж): а) 0,1; б) 0,628; в) 10; г) 0,314.

2) Условием равновесия зарядов в проводнике является утверждение: а) напряженность поля внутри проводника всюду равна

нулю; б) во внешнем электрическом поле происходит поляризация проводника; в) напряженность поля у поверхности проводника направлена перпендикулярно поверхности; г) весь объем проводника является эквипотенциальным.

3) На рисунке изображена зависимость смещения материальной точки от времени для затухающего колебания.

$$x = A_0 e^{-\frac{t}{\tau}} \sin(\omega t + \varphi).$$



Время релаксации равно: а) 1 с^{-1} ; б) $0,5 \text{ с}^{-1}$; в) 2 с^{-1} ; г) $1,5 \text{ с}^{-1}$

Выбор нескольких правильных ответов

1) Из предложенных утверждений выбрать справедливые для уравнения Шредингера $\frac{d^2\psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2} \left(E - \frac{m\omega_0^2 x^2}{2} \right) \psi = 0$

а) уравнение стационарно;

б) уравнение соответствует трехмерному случаю;

в) уравнение характеризует состояние частицы в бесконечно глубоком прямоугольном потенциальном ящике;

г) уравнение характеризует движение частицы вдоль оси Ox под действием квазиупругой силы, пропорциональной смещению частицы от положения равновесия.

2) Консервативными силами называются такие силы, для которых:

- а) работа по замкнутому пути равна нулю;
- б) нет зависимости работы от траектории;
- в) работа и изменение энергии не зависят друг от друга;
- г) работа зависит только от начальной и конечной точки

движения тела.

3) Найдите правильные утверждения:

- а) открытыми называются такие зоны Френеля, которые располагаются внутри отверстия;
- б) открытыми называются такие зоны Френеля, которые находятся вне отверстия;
- в) закрытыми называются такие зоны Френеля, которые попадают на поверхность непрозрачного экрана;
- г) закрытыми называются такие зоны Френеля, которые располагаются вне экрана.

Выбор соответствия

1. Установите соответствие между источником электростатического поля и формулой, позволяющей вычислить напряженность поля от этого источника в некоторой точке:

- | | |
|---|---|
| 1) Точечный заряд | а) $E = k \frac{q}{\epsilon r^2}$; б) $E = \frac{\tau}{2\pi\epsilon_0 \epsilon r}$ |
| 2) Равномерно заряженная
длинная нить | в) $E = \frac{\sigma}{2\epsilon\epsilon_0}$ |
| 3) Равномерно заряженная
бесконечная плоскость | |

2) Для уравнения $2\ddot{x} + 5\dot{x} + 8x = 7 \cos(3t + \pi/4)$ найдите соответствие между цифрами и физическими величинами: собственная частота, частота вынуждающей силы, масса, амплитуда вынуждающей силы, коэффициент затухания.

3) Найдите соответствие между физическими законами и формулами.

1) Основной закон динамики вращательного движения.

$$a) \vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt};$$

2) Основной закон динамики поступательного движения.

$$б) W = \frac{mv^2}{2} + \frac{J\omega^2}{2};$$

3) Кинетическая энергия тела, катящегося по горизонтальной поверхности.

$$в) \vec{M} = \frac{d\vec{L}}{dt}$$

Выбор соответствия попарно

1) Найти соответствие пар физических величин, которые пропорциональны друг другу: $\vec{D}, \vec{H}, \vec{E}, \vec{B}$.

2) Найти соответствие пар физических величин, которые пропорциональны друг другу: $\vec{M}, \vec{\epsilon}, \vec{L}, \vec{\omega}$.

3) Найти соответствие пар физических величин, которые пропорциональны друг другу: L, I, Φ, E .

Выбор «да» или «нет»

1) Если разность фаз возбуждаемых волнами колебаний остается постоянной во времени, то волны называются когерентными: а) верно; б) неверно.

2) Средняя по времени энергия, переносимая звуковой волной в единицу времени через единичную площадку, перпендикулярную распространению волны называется интенсивностью (силой) звука: а) верно; б) неверно.

3) Механическая энергия + изменение внутренней энергии называется полной энергией: а) верно; б) неверно.

Составление последовательности ответов по количеству или по качеству того, что заложено в ответах

1) Найти последовательность физических величин, для которых величина зарядов и расстояния между ними уменьшается от степени 2 (то

есть от квадрата величины) до степени 1 (то есть до прямой пропорциональности).

2) Найти последовательность физических величин, описывающих вращательное движения в зависимости от расстояния до неподвижной оси вращения.

3) Найти последовательность физических формул, определяющих количество вещества.

5. Некоторые результаты тестирования

На рисунках 1-5 приведены результаты тестирования обучающихся 1-го курса (набор 2021 года) и 2-го (набор 2020 года). Были выбраны результаты тестирования по следующим темам: применение теории погрешностей при обработке результатов лабораторных измерений (рис. 1), механика – законы сохранения и условия их выполнения (рис. 2), определение момента инерции (рис. 3), гидродинамика – определение коэффициента вязкости жидкости (рис. 4). Второкурсники в рамках изучения раздела «Колебания и волны» проходили тестирование по определению параметров физического маятника (рис. 5).

Одним из обязательных разделов лабораторного практикума является методика применения теории погрешностей при обработке результатов лабораторных измерений. На эту тему проводится специальная лекция, на которой сообщаются необходимые теоретические сведения, демонстрируется практическое применение метода обработки результатов измерений, после чего обучающиеся выполняют индивидуальные задания по практическому применению полученной информации. Основная часть изучения данного раздела приходится на самостоятельную работу обучающихся в течение всего времени изучения физики в университете. Всегда обучающимся напоминают о важности данного раздела особенно в инженерном деле. Кроме выполнения

домашних заданий «по теории погрешностей» обучающиеся сдают тест по проверке качества освоения этого раздела.

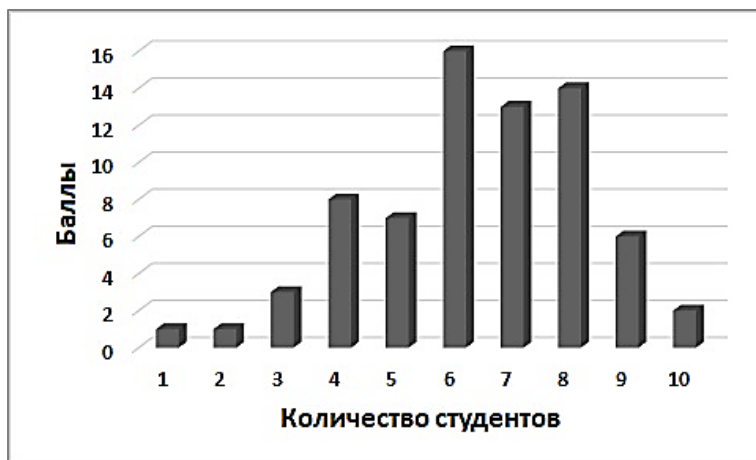


Рис. 1. Результаты тестирования «по теории погрешностей»: участников 74, средний балл 6,1, трудность 61.

Теоретическая часть лабораторной работы «Определение скорости пули баллистическим методом» содержит изложение основ механики: законов сохранения и условий их выполнения. Необходимо повторение представлений о системах отсчета и отдельно о системах координат, а также какие удары рассматриваются в физике и чем они отличаются друг от друга.

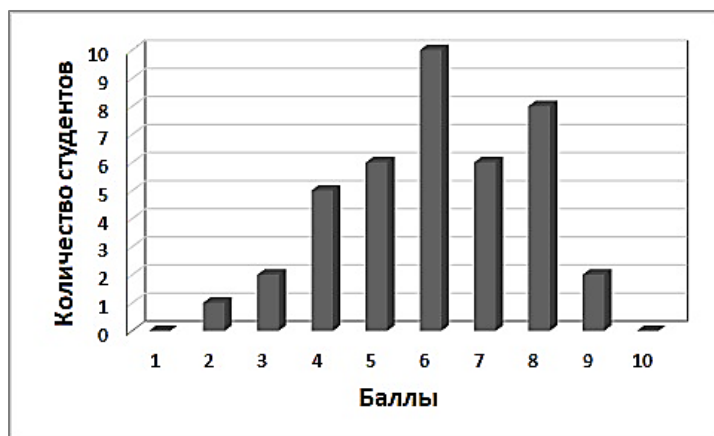


Рис. 2. Результаты тестирования по лабораторной работе «Определение скорости пули баллистическим методом»: заданий 10, участников 40. Средний балл 6,0. Трудность 43,6.

Вращательное движение представляет собой одно из распространенных видов механического движения. Знакомство и экспериментальное определение параметров такого движения является одной из важных составляющих подготовки инженера. В лабораторной работе «Определение момента инерции маятника Максвелла» обучающиеся знакомятся со всеми характеристиками такого типа движения и кинематическими – угловая скорость и угловое ускорения, и с динамическими – момент силы, момент инерции и момент импульса.

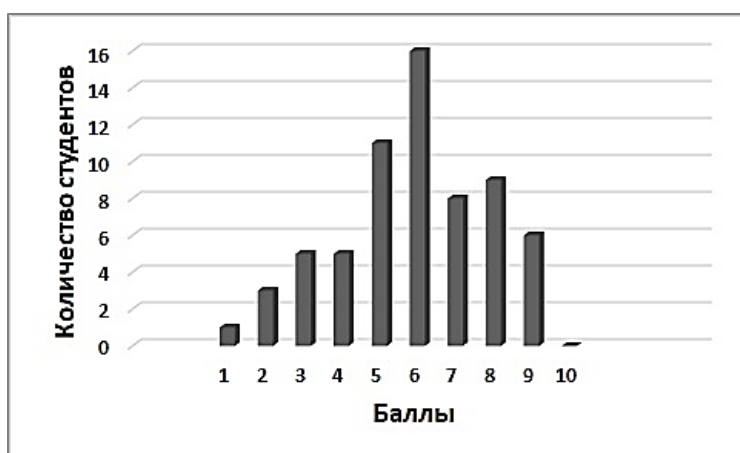
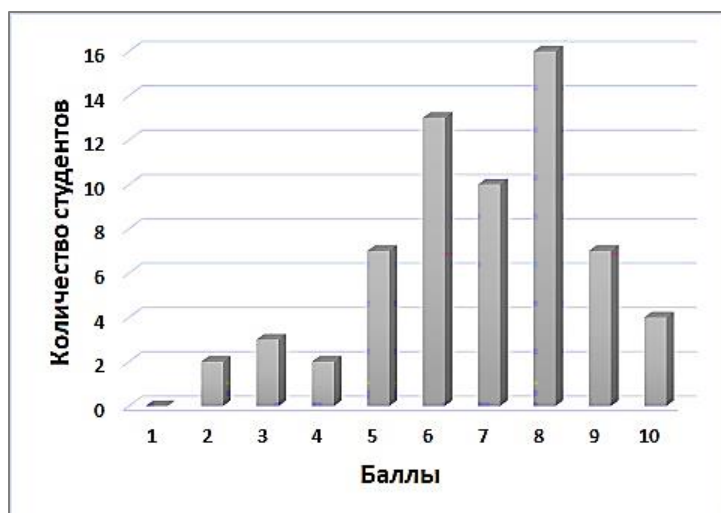


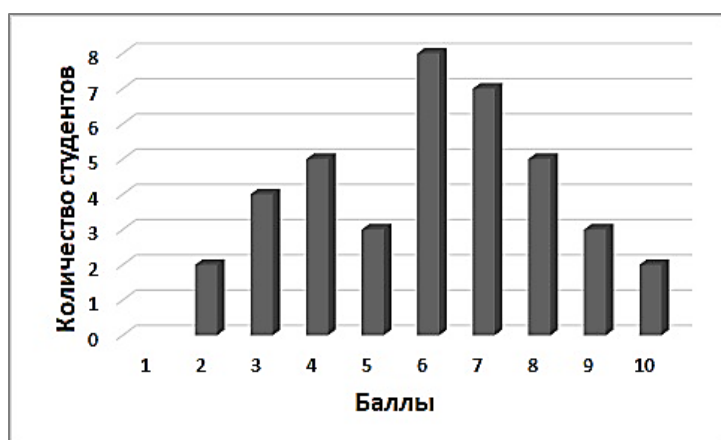
Рис. 3. Результаты тестирования по лабораторной работе «Определение момента инерции маятника Максвелла»: заданий 10, участников 64. Средний балл 5,83. Трудность 35,1.

В механике есть еще один параметр, знания о котором важны для инженерной практики. Этот параметр – сила трения, которая в лабораторной работе «Определение коэффициента вязкости жидкостей методом Стокса» представляет собой силу вязкого трения. Наличие вязкого трения может уменьшать износ различных деталей во время работы механизмов, тем самым представляя собой предмет для подробного изучения в курсе физики.



*Рис. 4. Результаты тестирования по лабораторной работе
«Определение коэффициента вязкости жидкости методом Стокса».
Участников 64. Заданий 10. Средний балл 6,79. Трудность 67,9.*

В рамках изучения раздела «Колебания и волны» обучающиеся выполняют лабораторную работу «Определение параметров физического маятника», в которой необходимо применить знания, полученные в предыдущем семестре. Момент инерции физического маятника входит в расчетные формулы определения периода колебаний физического маятника. Соответственно, и определение момента инерции, и теорема Гюйгенса-Штейнера как результат изучения в предыдущем семестре, в тестовых заданиях представляют собой тестирование по остаточным знаниям. Этот раздел представляет определенные трудности для обучающихся и результаты тестирования демонстрируют это утверждение.



*Рис. 5. Результат тестирования по лабораторной работе
«Определение параметров физического маятника».
Участников 57. Заданий 10. Средний балл 6,02. Трудность 36,6.*

Все графики результатов тестирования обучающихся представляют собой нормальное распределение. Отклонения от точного нормального распределения лишь показывают необходимость оценки выборок с большим количеством участников.

Результаты тестирования показывают, что с увеличением трудности тестовых заданий уменьшается средний балл. Наибольшую трудность у обучающихся вызвали тестовые задания в разделе «Механика»: законы сохранения, условия их выполнения (рис. 2), определение момента инерции маятника Максвелла (рис. 3), а также определение параметров физического маятника в части, связанной опять с понятием «момент инерции» (рис. 5).

Законы сохранения в механике выявляют физические величины, которые с течением времени остаются неизменными при выполнении определенных условий. Эти законы являются фундаментальными, определяющими механическое движение. Соответственно, знание законов механики для инженеров является основой успешной профессиональной деятельности.

Динамика вращательного движения изучается в школе минимально, поэтому более подробное знакомство с понятиями «момент инерции, момент силы, момент импульса» начинается только в университете. Вращательное движение, представляя собой также важную часть инженерной практики, усваивается обучающимися не сразу, потому и представляет для них существенную трудность.

Колебания, как частный случай вращательного движения, требуют знаний его параметров, то есть опять возникают момент инерции, момент силы, момент импульса. Уровень математической грамотности обучающихся 2-го курса все еще не позволяет им легко написать дифференциальное уравнение колебаний, вывод этого уравнения и его решение.

Тестирование по «Теории погрешностей» показало, что этот раздел также представляет трудность для усвоения (рис. 1). Как правило, самым трудным представляется вычисление погрешностей косвенных измерений. В основном, это связано с недостаточными математическими знаниями, так как физику обучающиеся начинают изучать с первого семестра, а изучение дифференцирования и интегрирования отнесено на второй семестр первого курса. Школьных знаний по этим разделам математики обучающимся не хватает для быстрого и правильного использования в случае вычисления погрешностей косвенных измерений.

Самыми легкими тестовыми заданиями оказались задания по лабораторной работе «Определение коэффициента вязкости жидкости методом Стокса» (рис. 4). Методические указания по этой лабораторной работе наиболее полно отражают процессы, происходящие в жидкостях и газах, которые относят к проявлению вязкого трения. Выполнение работы вызывает наибольший интерес у обучающихся, что позволяет им невольно более внимательно учить основы теории вязкого трения в применении к методу Стокса.

Виртуальный практикум стал неплохим подспорьем для выполнения учебного плана тем обучающимися, кто проболел или пропустил занятия по другой уважительной причине, например, был вызван по повестке в военкомат. Такие обучающиеся могут по разрешению преподавателя выполнить пропущенную лабораторную работу с помощью виртуальной версии. Отчет по такой лабораторной работе необходимо защитить очно. Тестовые задания для такой защиты позволяют преподавателя понять, насколько хорошо данный обучающийся познакомился с материалом и понял его. В дальнейшей очной беседе с преподавателем обучающийся чувствует себя свободнее и меньше волнуется, так как он уже ответил на теоретическую часть выполненной лабораторной работы.

Заключение

Применение тестовых заданий для контроля усвоения теоретической части лекционного материала и для контроля подготовки к выполнению отдельных лабораторных работ позволяет объективно оценивать знания обучающихся.

Традиционно модуль курса физики «Механика» представляет собой наиболее трудный для усвоения материал, особенно раздел «Динамика вращательного движения», что сказывается и при изучении раздела «Колебания и волны».

Средний балл проведенных тестовых заданий колеблется около цифры 6 при 10 заданиях в тесте.

Для получения достоверной информации от каждого проведенного тестирования необходимо совершенствовать вопросы тестовых заданий, и, что особенно важно, перейти от тестирования с помощью тестовых заданий – вопросов – к тесту, имеющему оценку экспертов тестологии, а также с заранее просчитанными трудностью, надежностью и валидностью.

Список литературы

1. Кисель, О.В. Принципы, функции и средства оценки качества обучения в вузе / О.В. Кисель, Н.Н. Зеркина, Г.А. Босик // Современные проблемы науки и образования. – 2020. – №4. – URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=29996> (дата обращения: 02.05.2022).
2. Смык, А.Ф. Метод тестирования в образовании: исторический аспект / А.Ф. Смык, Л.В. Спиридонова // История науки и техники. – 2021. – №7. – С.3-15.
3. Булгаков, О.М. Тестирование учебных достижений: от проверки знаний к проверке понимания / О.М. Булгаков, А.О. Дедикова // Вестник Санкт-Петербургского университета МВД России. – 2020. – № 2 (86). – С. 183-190. DOI: 10.35750/2071-8284-2020-2-183-190.
4. Мороз, Л.С. Методы определения надежности и валидности тестов для контроля знаний / Л.С. Мороз // Труды БГТУ. Серия VI. Физико-математические науки и информатика. – 2010. – Выпуск VIII. – С. 176-178.
5. Костин, Г.А. Оценка валидности тестирования как метода контроля качества усвоения учебного материала / Г.А. Костин, С.В. Петрова // ЭКОНОМИКА И

УПРАВЛЕНИЕ. Математическое моделирование. Системный анализ. – 2014. – № 4 (102). – С. 70-74.

6. Булгаков, О.М. Моделирование надежности тестов с усложненной структурой тестовых заданий / О.М. Булгаков, И.Н. Старостин, А.А. Хромых, А.О. Дедикова // Вестник Воронежского института ФСИИ России. – 2020. – № 2. – С.62-70.

7. Каменев, В.В. Система интернет-тестирования студентов SCIENTIA / В.В. Каменев, В.Д. Полежаев, Л.Н. Полежаева, Л.Е. Уманский // Электронное периодическое издание Информационная среда образования и науки. – 2013. – №14. – С. 16-21.

8. Смык, А.Ф. Совершенствование системы контроля знаний по физике студентов технического университета / А.Ф. Смык, Е.А. Гусева, Е.А. Форш // Физическое образование в вузах. – 2021. – Т.27. – № 4. – С. 40-56.

9. Смык, А.Ф. Физика. Учебное пособие / А.Ф. Смык, Г.Ю. Тимофеева, Т.М. Ткачева. – М.: Инфра-М, 2020. – 388 с. Сер. Высшее образование: Бакалавриат.

10. Смык А.Ф. Опыт применения онлайн технологий в транспортном образовании /А.Ф. Смык, Т.М. Ткачева, Г.Ю. Тимофеева // Мир транспорта. – 2021. – Т. 19. – № 1 (92). – С. 230-245.

11. Ткачева, Т.М. Проектная деятельность обучающихся в технических вузах / Т.М. Ткачева, Н.В. Чечеткина // Известия Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота: психолого-педагогические науки. – 2022. – № 1 (59). – С. 181-189.

12. Портнов, Ю.А. Организация лабораторных работ в условиях дистанционного обучения / Портнов Ю.А., И.Л. Мальшакова // Проблемы современного образования. – 2021. – №3. – С 218-226.

References

1. Kisel O.V., Zerkina N.N., Bosik G.A. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*, 2020, no. 4.

2. Smyk A.F., Spiridonova L.V. *Istoriya nauki i tekhniki*, 2021, no. 7, pp.3-15.

3. Bulgakov O.M., Dedikova A.O. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo Universiteta MVD Rossii*, 2020, no. 2 (86), pp. 183 –190.

4. Moroz L.S. *Trudy BGTU. Seriya VI. Fiziko-matematicheskiye nauki i informatika*, 2010, vol.VIII, pp. 176-178.

5. Kostin G.A. *EKONOMIKA I UPRAVLENIYE. Matematicheskoye modelirovaniye. Sistemnyy analiz*, 2014, no. 4 (102), pp. 70-74.

6. Bulgakov O.M., Starostin I.N., Khromykh A.A., Dedikova A.O *Vestnik Voronezhskogo instituta FSIN Rossii*, 2020, № 2, pp.62-70.

7. Kamenev V.V., Poleghaev V.D., Poleghaeva L.N., Umanskii L.E. *Elektronnoye periodicheskoye izdaniye Informatsionnaya sreda obrazovaniya i nauki*, 2013, no. 14, pp. 16-21.
8. Smyk A.F., Guseva T.A., Forsh E.A. *Fizicheskoye obrazovaniye v vuzakh*, 2021, Vol. 27, no. 4. pp. 40-56.
9. Smyk A.F., Timofeeva G.Yu., Tkacheva T.M. *Fizika* (Physics), Moscow, Infra-M, 2020, 388 p.
10. Smyk A.F., Tkacheva T.M., Timofeeva G.Yu. *Mir transporta*, 2021, Vol. 19, no. 1 (92), pp. 230-245.
11. Tkacheva T.M., Chechetkina N.V. *Izvestiya Baltiyskoy gosudarstvennoy akademii rybopromyslovogo flota: psikhologo-pedagogicheskiye nauki*, 2022, no. 1 (59), pp. 181-189.
12. Portnov Yu.A., Malshakova I.L. *Problemy sovremennogo obrazovaniya*, 2021, no. 3. pp. 218-226.

Рецензент: О.В. Бабурова, д-р физ.-мат. наук, проф., МАДИ