

**ГАЛИНА ЮРЬЕВНА ТИМОФЕЕВА**

кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики энерго-экологического факультета, Московский государственный автомобильно-дорожный технический университет (Москва, Российская Федерация)  
*galina.omega@gmail.com*

**ТАТЬЯНА МИХАЙЛОВНА ТКАЧЕВА**

кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики энерго-экологического факультета, Московский государственный автомобильно-дорожный технический университет (Москва, Российская Федерация)  
*tmkach@rambler.ru*

## ОЦЕНКА СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ У СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА: ОПЫТ МАДИ

Рассматриваются виды контроля сформированности компетенций и типы заданий, используемых для этих целей: в виде тестов с несколькими ответами, с излишними данными и недостатком информации, с противоречивыми данными, на определение общего объема знаний выпускника, памяти и примеров использования этих заданий, с многовариантными или уникальными ответами, в условиях неопределенности (то есть компетентностно ориентированные профессионально направленные задания), на прагматическое использование решений в профессиональной деятельности и др. Сформированность оценивается путем сравнения действий выпускника, лежащих в основе проявления конкретной компетенции, а также путем изучения способов решения заданий. Показано, что использование компетентностно ориентированных профессионально направленных заданий изменяет отношение студентов к изучению физики в лучшую сторону. Сравнение экзаменационных оценок студентов, обучавшихся с использованием подобных заданий на практических занятиях и обучавшихся без них, подтверждает важность использования и значения для оценки сформированности компетенций.

Ключевые слова: компетенция, контроль, компетентностно ориентированное профессионально направленное задание, мотивация, инженерная деятельность

### ВВЕДЕНИЕ

Значение инженерно-технического образования и науки как ключевых факторов развития инновационной экономики России и приоритетов ее политики признано на уровне целого ряда основополагающих государственных документов.

В Московском автомобильно-дорожном институте (МАДИ) разрабатывается комплекс мероприятий, ведущих к совершенствованию используемых образовательных программ и новых педагогических технологий. В 2011 году в МАДИ создана лаборатория инженерно-педагогических исследований, задачами которой являются диверсификация образовательных программ в инженерном образовании и освоение дополнительных образовательных программ, которые в совокупности с основными образовательными программами (ООП) позволяют сформировать компетенции, необходимые для успешной профессиональной работы [5]. Одним из вариантов повышения качества образования является переход на Федеральные государственные стандарты высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) третьего поколения, созданные на основе компетентностного подхода. Нами рассматриваются возможности контроля сформированности компетенций у студентов, связанные с предметными знаниями и их применением.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ: ЗАДАНИЯ И ВИДЫ КОНТРОЛЯ

#### Виды контроля

В качестве контроля сформированности компетенций наиболее часто используются традиционные виды контроля: письменные контрольные работы, ответы на тесты, домашние задания, коллоквиумы, экзамены. Дополнительной формой контроля сформированных компетенций могут стать выполнение проектного задания или участие в деловой игре, а также участие в диспутах и дискуссиях в течение учебного процесса.

Главным требованием к средству оценки является валидность – способность данного средства оценки измерять определенную компетенцию. Кроме того, необходимо наличие точности и надежности, то есть устойчивости данного средства оценки к воздействию случайных внешних факторов.

Составление заданий является основой подготовки тестов, контрольных работ, экзаменов и всех перечисленных выше форм контроля. Методологическим ключом к построению банка заданий является связь между компетенциями и успешным решением задач профессиональной деятельности.

Задание можно определить как цель или задачу, поставленную перед кем-либо для выпол-

нения. Соответственно процесс выполнения, поиска решений требует творческого мышления и позволяет проявить сформированные в процессе учебы компетенции. Таким образом, желательно, чтобы контрольные и учебные задания моделировали в учебной ситуации деятельность по решению профессиональной задачи, например, имитационные задания, воспроизводство алгоритмов решения задачи [2], анализ кейсов, деловые и ролевые игры, проектные задания и т. д.

Задания могут быть разной направленности и разного уровня сложности. Например, стандартный тест множественного выбора (выбор правильного ответа из предложенного перечня) одновременно будет и заданием на воспроизводство правильного ответа, и заданием с высоким уровнем определенности (определены и условия, и правильный результат). Стандартный кейс (достаточно полное описание ситуации с необходимостью выдвигания решения той или иной проблемной ситуации) будет в обоих случаях отнесен к продвинутым заданиям. Главное, что должно проявляться у учащегося при выполнении задания, описанного в кейсе, – умение использовать полученные знания для решения практической задачи. Тестовые задания разного типа и разной сложности используются на кафедре физики МАДИ для контроля качества усвоения физики студентами как в процессе обучения, так и в виде контроля остаточных знаний после завершения учебной программы [4]. Задания, приведенные ниже, взяты как раз из таких тестовых и проектных заданий.

### **Примеры заданий на сформированность компетенций при изучении физики**

#### **I. Задания на общий объем полученных знаний, память и их последующее использование**

- Знание фактов: *Назвать авторов законов идеальных газов: изотермического, изобарного, изохорного. Рассказать суть законов.*

- Знание связей: *Назвать и объяснить связь законов сохранения в механике и симметрии пространства и времени.*

- Прагматическое использование (в профессиональной деятельности): *Диоды и гетеропереходы в полупроводниковых структурах, их применение в автомобиле.*

- Владение методами исследований в конкретной области: *Знание теории погрешностей, умение определить необходимые погрешности на практике.*

- Творческий уровень (самостоятельное получение нового знания, новых связей): *Студенческая инженерная группа МАДИ и ее участие в международном проекте «Формула Студент» [3].*

#### **II. Задания профессионального характера**

- Интенсивность или завершенность действия (полностью или частично решена поставленная задача): *Определить коэффициент жесткости*

*рессор из теоретических представлений, полученных из учебной литературы, и сопоставить с параметрами реальных рессор для конкретного вида и марки легкового автомобиля.*

- Масштабность воздействия (количество объектов, на которые оказывается воздействие при решении профессиональной задачи, задействованные ресурсы, масштабы проблемы и последствия принятого решения): *Определить звуковое давление, ударную волну, стоячую звуковую волну на выходе глушителя в системе отвода выхлопных газов.*

- Количество времени, затраченного на решение задачи: *Провести расчет перемещения центра масс в груженом грузовике при торможении от скорости 100 км/ч (время, потраченное студентом на решение: от 0 до ∞. Решается по выбору студента на повышение оценки).*

- Уникальность принятого решения или действия (насколько оно было творческим или стандартным, типичным): *Найти работу при адиабатическом расширении.*

#### **III. Задания в условиях неопределенности (компетентностно ориентированные)**

- Задания с лишними данными (данных больше, чем необходимо для решения): *Груз массой  $m$  на длинной нити длиной  $l$  совершает свободные гармонические колебания. Надо определить, как изменится после увеличения длины нити частота колебаний.*

- Задания с противоречивыми данными: *К чему приводят электромагнитная теория света и теорема классической физики о равномерном распределении энергии системы по степеням свободы, будучи применены к тепловому равновесному излучению? Варианты ответов: 1) формуле Планка, представляющей распределение энергии в спектре излучения абсолютно черного тела; 2) гипотезе квантов; 3) тепловой смерти Вселенной; 4) ультрафиолетовой катастрофе.*

- Задания, в которых данных недостаточно для решения: *Определить напряженность шара, заряженного равномерно с объемной плотностью заряда  $\rho = 2 \text{ нКл/м}^3$ , на расстоянии от центра шара: а)  $r = R/2$ ; б)  $r = 2R$ ; в) разность потенциалов между центром и поверхностью шара.*

- Многовариантные задания (имеют несколько вариантов решения): *Дана схема энергетических уровней атома водорода с численным указанием величины энергии на каждом из рассмотренных уровней, а также условно изображены переходы электрона с одного уровня на другой, сопровождающиеся излучением кванта энергии. В ультрафиолетовой области спектра эти переходы дают серию Лаймана, в видимой области – серию Бальмера, в инфракрасной области – серию Пашена. Найти отношение минимальной частоты серии Лаймана к максимальной частоте линии в серии Бальмера.*

• Комплексные задания (состоят из нескольких частей различной сложности): *При выстреле орудия снаряд вылетел из ствола с угловой скоростью  $\omega = 200 \text{ с}^{-1}$  под углом  $\alpha = 60^\circ$  к горизонту. Момент инерции снаряда относительно его продольной оси  $J = 15 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ , расстояние между колесами орудия  $l = 1,5 \text{ м}$ , время движения снаряда в стволе  $t = 2 \cdot 10^{-2} \text{ с}$ . Найти силы давления Земли, действующие на колеса во время выстрела.*

#### МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ И ПРИМЕРЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНО НАПРАВЛЕННЫХ ЗАДАНИЙ. ДЕЙСТВИЯ УЧАЩЕГОСЯ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ОСВОЕННЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

Проверяя сформированность той или иной компетенции, нужно определить действия студента в процессе выполнения конкретного задания (см. табл.). Оценка этих действий может быть проведена в баллах. Конкретные действия

учащегося и их расшифровка взяты из таблицы, приведенной в работе [1].

Максимально возможное количество баллов за все действия, указанные в таблице, – 18. Одним из вариантов контроля учебных достижений учащихся является введение балльно-рейтинговой системы. Результатом такого контроля являются определенным образом взвешенные баллы, выставленные преподавателем в ходе всех видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой дисциплины «Физика». В частности, баллы за решение профессионально направленных заданий являются дополнительными баллами, которые позволяют студентам получить отличную оценку по окончании семестра с учетом шкалы баллов: 80 % от максимально возможного значения – «отлично», 70 % – «хорошо», 55 % – «удовлетворительно».

Приведем два примера компетентностно ориентированных профессионально направленных заданий с изложением возможных компетенций,

Соответствие компетенций\* и действий учащегося на примере работы с профессионально ориентированной информацией

Действия учащегося	Расшифровка действий	Компетенции
Правильно употребляет и проводит понятийный и логический анализ содержания (максимальное количество баллов – 6)	формирует понятийный аппарат, необходимый для ответа	использует основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОК-10, 220700)
	показывает правильное понимание профессиональной лексики	обладает знанием базовой и специальной лексики, основной терминологии своей специальности, владеет навыками устной и письменной речи, перевода общего и профессионального текста, техниками общения с иностранным партнером (ОК-4, 190600)
	владеет системой профессиональных понятий	целенаправленно применяет базовые знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в профессиональной деятельности (ОК-9, 150700)
Выявляет причинно-следственные связи, внутрипредметные и межпредметные связи (максимальное количество баллов – 6)	понимает связь теории с практикой	способен участвовать в разработке математических и физических моделей процессов и производственных объектов (ПК-17, 220700)
	видит проблему в системе других наук и других проблем	способен к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки (ПК-17, 151000)
	определяет круг научных знаний, необходимых для решения профессиональных проблем	обладает способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ПК-2, 220400)
Анализирует и представляет профессионально ориентированную информацию (максимальное количество баллов – 6)	структурирует профессиональную информацию	владеет культурой мышления, способен к обобщению, анализу, критическому осмыслению, систематизации, прогнозированию, постановке целей и выбору путей их достижения, умением анализировать логику рассуждений и высказываний (ОК-7, 190110)
	умеет провести ретроспективный анализ проблемы	владеет культурой мышления, способен к обобщению, анализу, критическому осмыслению, систематизации, прогнозированию, постановке целей и выбору путей их достижения, умеет анализировать логику рассуждений и высказываний (ОК-7, 190109)
	четко и логично излагает научную теорию	свободно владеет литературной и деловой письменной и устной речью на русском языке, навыками публичной и научной речи, умеет создавать и редактировать тексты профессионального назначения, анализировать логику рассуждений и высказываний (ОК-14, 150700)

Примечание. \* – компетенции приведены в редакции ФГОС, направление подготовки и шифр компетенции указаны в скобках. Используются ФГОС ВПО для направлений: 220700 – Автоматизация технологических процессов и производств; 190600 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов; 150700 – Машиностроение; 151000 – Технологические машины и оборудование; 220400 – Управление в технических системах; 190110 – Транспортные средства специального назначения; 190109 – Наземные транспортно-технологические средства.



которые можно проконтролировать при решении этих заданий путем проверки действий студента в период решения и поиска ответов на сопровождающие решение вопросы.

Компетенции при направлении подготовки 190110 «Транспортные средства специального назначения» (профиль подготовки «Наземные транспортные средства и комплексы аэродромно-технического обеспечения полетов авиации» (специалист)):

- использует основные законы естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности, применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОК-10);

- способен использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач (ПК-1).

**Пример 1. Задача:** *К ободу колеса с силой 500 Н прижимается тормозная колодка. Коэффициент трения равен 0,5. Радиус колеса равен 10 см. Найти тормозящий момент относительно оси колеса.*

**Действия студента:** 1. Определяет, что такое тормозящий момент. 2. Определяет, что такое сила трения. 3. Выписывает необходимые формулы и делает расчет. 4. Ищет информацию о качестве тормозных колодок. 5. Ищет информацию, каким образом передается усилие от водителя на тормозную колодку. 6. Ищет информацию, достаточно ли иметь коэффициент трения 0,5, чтобы получить устойчивое торможение.

Первые три действия заставляют повторить уже пройденный материал по механике, остальные действия связаны с профессиональным интересом студента: большинство студентов, решавших эту задачу, справились с ней очень хорошо, нашли много интересного про устройство тормозной системы автомобиля, с вдохновением рассказывали об этом, сравнивали тормозные системы разных автомобилей. Оценка их действий была привязана к баллам, о которых говорилось выше (максимальное количество баллов – 10, как за контрольную работу).

**Пример 2. Задача:** *При использовании бензина в качестве топлива и алюминия для изготовления поршня мотора (масса 2360 г, удельная теплоемкость алюминия 920 Дж/кг) рассчитать массу сгоревшего бензина, если температура дна поршня в нижней мертвой точке равна 400 °С, а удельная теплота сгорания бензина равна 44 МДж/кг.*

**Действия студента:** 1. Определяет, каков процесс нагрева поршня. 2. Определяет формулу для нахождения количества теплоты при сгорании топлива. 3. Ищет информацию о влиянии нагрева поршня на работу двигателя. 4. Ищет информацию о том, какие материалы еще ис-

пользуются для изготовления поршней. 5. Ищет информацию об охлаждении поршня во время работы двигателя.

Для решения этой задачи также пришлось повторить пройденный материал из курса физики. Но в этой задаче больше профессиональных вопросов, поэтому энтузиазма было меньше, так как оказалось, что найти необходимые сведения труднее, чем в задачах про тормозную систему. Однако интерес оказался также довольно сильным. Баллы выставлялись и за решение задачи (максимальное количество баллов – 10, как за контрольную работу).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Сформированность вышеуказанных компетенций оценивали у студентов 1-го курса после I семестра обучения физике. В исследовании участвовали 97 (2011/12 учебный год) и 117 (2012/13 учебный год) человек. Каждый год создавали по две группы (44 и 53) и (64 и 53). Группы из 53 человек получали компетентностно ориентированные профессионально направленные задания (контрольные группы). Студенты контрольных групп участвовали в дискуссиях по решению задачи и обсуждали найденные ответы на общие профессионально направленные вопросы по теме. Стандартными названы группы, в которых практические занятия проводились по традиционной схеме: устный опрос по теории, решение задач по теме. Количество экзаменационных оценок менялось: происходило уменьшение количества оценок «2» и «3» и увеличение количества оценок «4» и «5», полученных студентами контрольных групп, по сравнению с количеством экзаменационных оценок, полученных студентами стандартных групп.

В 2012 году получен более заметный результат, чем в 2013. Эта разница является следствием разницы в начальной подготовке абитуриентов 2012 и 2013 годов. Решение и обсуждение вышеприведенных заданий, выполнение самостоятельного поиска необходимого материала позволили улучшить показатели успеваемости студентов. Количество оценок «хорошо» увеличилось на 8–12 %, чуть больше, чем на 3 %, выросло количество оценок «удовлетворительно» и «неудовлетворительно» несколько уменьшилось.

Следует отметить, что компетентностно ориентированные, а также профессионально направленные задания требуют использования знаний в условиях неопределенности, за пределами учебной ситуации, организуют деятельность студента. В некорректных или неопределенных заданиях проверяется умение учащегося анализировать условие задачи.

Проведение оценки компетенций с использованием вышеприведенных заданий позволяет преподавателю выявить мотивированных и рав-

нодушных студентов, разбудить в любознательных студентах желание узнать больше, быстрее начать делать что-то в профессии своими руками. Рождение интереса стимулирует и лучшую успеваемость, и дает удовлетворение от учебы.

## ВЫВОДЫ

Задания разной направленности и уровня сложности позволяют сформировать компетен-

ции, оценить степень их сформированности по характеру деятельности обучающегося и использованным им приемам решения поставленной задачи, задания профессиональной направленности улучшают успеваемость, усиливая мотивацию к изучению физики. Осознанное использование учебного материала формирует и усиливает мотивацию к получению выбранной профессии.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колычева М. В., Татарина Е. Г. Опыт внедрения оценки общих и профессиональных компетенций выпускников на государственной итоговой аттестации // Интернет-конференция «Проблема оценки общих и профессиональных компетенций в контексте внедрения ФГОС». Москва, 2010 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ckpom.portalspo.ru/stat3.php>
2. Одинцова Н. И., Кургаева Н. Е. Физика. Практический курс подготовки к экзаменам, зачетам. М.: ЗАО «РОСМЭН-ПРЕСС», 2006. 288 с.
3. Сазонова З., Сафроненков С. Проект «Формула Студент» – развитие мотивации студентов к обучению // Труды 37-го Международного симпозиума Международного общества по инженерной педагогике (IGIP) «Компетенции инженера – традиции и инновации». Москва, 2008. С. 163–165.
4. Смык А. Ф., Тимофеева Г. Ю., Ткачева Т. М. Методические указания к самостоятельной работе студентов по физике (тестовые задания). М.: МАДИ, 2013. 135 с.
5. Ткачева Т. М. Образовательная среда как фактор повышения качества образования: опыт МАДИ // Известия Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота: Психолого-педагогические науки (теория и методика профессионального образования). 2013. № 1 (23). С. 86–93.

**Timofeeva G. Yu.**, Moscow State Automobile and Roads Construction Technical University (Moscow, Russian Federation)  
**Tkacheva T. M.**, Moscow State Automobile and Roads Construction Technical University (Moscow, Russian Federation)

## ASSESSMENT OF COMPETENCIES' DEVELOPMENT IN STUDENTS OF TECHNICAL UNIVERSITY: MADI EXPERIENCE

Various types and multiple examples of competencies' control and assessment are considered. Assignments helping to reveal the level of different competencies' development are presented. The assignments include: multiple choice tests; tests with excessive and insufficient volume of provided information; tests with incompatible data; tasks revealing the depth of students' general knowledge and ability to use it in conditions of professional challenge for the purpose of finding effective solutions; tasks revealing students' memory strength; assignments with various solutions or a unique one. Students' behaviour and methods used by them in the process of task solving in new dynamic conditions are described. These methods demand deep professional knowledge, creativity, resourcefulness, and quick thinking. Introduction and employment of competency-based and professionally oriented tasks in the process of practical training can increase progress in students' performance. As a result, the students demonstrate higher interest in learning Physics and become capable of deeper understanding of the role and significance played by Physics in technique. Comparison of the exam results demonstrated by the two students' groups (one of them solved competency-based and professionally oriented tasks, the second group had a traditional form of practical classes) supports the above-mentioned statement. Employment of competency-based and professionally oriented tasks is very useful and important for the achievement of targeted effectiveness in the assessment process. These tasks are instrumental in deeper understanding of learning material and strengthening students' learning motivation.

Key words: competency, control, assessment, competency-based and professionally oriented task, motivation, engineering activity

## REFERENCES

1. Kolychева M. V., Tatarinova E. G. Assessment Implementation Experience for Common and Vocational Competencies during the State Final Attestation [Opyt vnedreniya obshchikh i professional'nykh kompetentsiy na gosudarstvennoy itogovoy attestatsii]. *Internet-konferentsiya "Problema otsenki obshchikh i professional'nykh kompetentsiy v kontekste vnedreniya FGOS"* [Internet Conference "Assessment Problem for Common and Vocational Competencies in context of the State Federal Standards Implementation"]. Moscow, 2010. Available at: <http://ckpom.portalspo.ru/stat3.php>
2. Odintsova N. I., Kurgaeva N. E. *Fizika. Prakticheskiy kurs podgotovki k ekzamenam, zacetam* [Physics. Practical Training for Exams and Tests]. Moscow, ZAO "ROSMEN-PRESS" Publ., 2006. 288 p.
3. Sazonova Z., Safronenkov S. Project "Formula Student" – Development of Students Motivation to Learning [Proekt "Formula Student" – razvitiye motivatsii studentov k obucheniyu]. *Tруды 37-go Mezhdunarodnogo simpoziuma Mezhdunarodnogo obshchestva inzhenernoy pedagogiki (IGIP) "Kompetentsii inzhenera – traditsii i innovatsii"* [Proc. of the 37<sup>th</sup> International IGIP Symposium "Engineering Competencies – Traditions and Innovations"]. Moscow, 2008. P. 163–165.
4. Smyk A. F., Timofeeva G. Yu., Tkacheva T. M. *Metodicheskie ukazaniya k samostoyatel'noy rabote studentov po fizike (testovye zadaniya)* [Methodic Instructions for students' self-work on Physics (test tasks)]. Moscow, MADI Publ., 2013. 135 p.
5. Tkacheva T. M. Educational Environment as a Factor of Education Quality Upgrading: MADI Experience [Obrazovatel'naya sreda kak faktor povysheniya kachestva obrazovaniya: opyt MADI]. *Izvestiya Baltiyskoy gosudarstvennoy akademii rybopromyslovogo flota: Psihologo-pedagogicheskie nauki (teoriya i metodika professional'nogo obrazovaniya)*. 2013. № 1 (23). P. 86–93.

Поступила в редакцию 27.08.2013