

## ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 303.34

DOI 10.52452/18115942\_2022\_2\_164

### КАЧЕСТВЕННЫЕ ЗАДАЧИ С ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ОСНОВОЙ КАК СРЕДСТВО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ И УМЕНИЙ СТУДЕНТОВ

© 2022 г.

*О.В. Белова, Е.В. Зайцева*

Белова Ольга Васильевна, преподаватель кафедры кристаллографии и экспериментальной физики  
Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского  
olyb@mail.ru

Зайцева Екатерина Владимировна, к.ф.-м.н.; доцент кафедры кристаллографии  
и экспериментальной физики Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского  
evzaitseva@mail.ru

*Статья поступила в редакцию 21.03.2022*

*Статья принята к публикации 27.04.2022*

Предлагается метод проверки усвоения учебного материала с использованием качественных задач на экспериментальной основе в ходе изучения курса «Физика» у бакалавров физического факультета. Оценивать уровень усвоения студентами учебного материала предлагается с помощью задач, содержащих подробное описание эксперимента или результатов эксперимента. Показано, что описываемые задачи позволяют оценивать умение студентов применять на практике знания, полученные при изучении курса физики, составлять теоретические модели и анализировать результаты эксперимента.

*Ключевые слова:* качественные задачи на экспериментальной основе, метод проверки знаний, оценка деятельности, лекционный демонстрационный материал, физический эксперимент.

#### Введение

Согласно ФГОС высшего образования, учебно-воспитательный процесс в вузе должен строиться так, чтобы у студента вырабатывались способности к творческому применению полученных знаний. Выпускники-бакалавры, изучившие дисциплину «физика», должны не только знать основные разделы физики и применять знания на практике, но и уметь формулировать проблему, выдвигать гипотезы, составлять теоретические модели, иметь способность к абстракции, анализу предметных ситуаций [1, 2]. Только тогда они могут перейти на новый уровень обучения – магистратуру. Такой подход предполагает ориентацию на активные методы обучения и новую систему контроля уровня сформированности требуемых качеств личности обучаемых, в т.ч. профессиональных компетенций.

Согласно ФГОС 3+ по направлению подготовки «Физика» [1] выпускник, освоивший программу бакалавриата, должен обладать следующими компетенциями, связанными с анализом, описанием и интерпретацией информации, полученной в результате проведения физиче-

ских экспериментов: проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта (ПК-2); применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований (ПК-3); пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований (ПК-5); понимать и использовать на практике теоретические основы организации и планирования физических исследований (ПК-6); участвовать в подготовке и составлении научной документации по установленной форме (ПК-7). Во ФГОС с учетом профессиональных стандартов (3++) [2] выпускник, освоивший программу бакалавриата, должен обладать рядом компетенций, связанных с анализом, описанием и интерпретацией информации, полученной в результате проведения физических экспериментов: осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения постав-

ленных задач (УК-1), проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, представлять и обрабатывать экспериментальные данные (ОПК-2). Но как бы ни изменялись формулировки компетенций, которыми должен обладать выпускник, в требованиях всегда присутствует умение проводить физический эксперимент, интерпретировать и анализировать его результаты.

Студенты-физики 1–2-х курсов при изучении модуля «Физика» сталкиваются с экспериментом во время лекционных занятий; во время физического практикума; реже при решении задач, содержащих описание экспериментов. Анализ педагогических исследований по методике обучения физике в вузе показал, что большинство из них посвящено совершенствованию экспериментов, демонстрируемых на лекциях. Эксперимент рассматривается как средство иллюстрации физических законов и явлений, проверки истинности теоретических выводов, создания проблемных ситуаций, способ получения новых знаний [3–8]. Ряд работ посвящен разработке новых демонстраций, в том числе с использованием компьютерных технологий [9], или целых демонстрационных комплексов, позволяющих оптимизировать изложение лекционного материала и повысить информативность лекции [10]. Однако нам не удалось найти результаты исследований, посвященных использованию демонстрационного эксперимента или задач, содержащих описание эксперимента, для проверки знаний, умений и навыков студентов.

Считается, что развитие и оценка умения студентов проводить эксперимент, обрабатывать и интерпретировать его результаты происходят на занятиях по физическому практикуму. Действительно, выполнение лабораторного физического практикума предполагает активное участие студентов на всех этапах экспериментальной деятельности. Однако описание лабораторных работ, используемых в учебном процессе, почти всегда содержит подробный алгоритм действий, что не позволяет развивать навыки обучающихся организовывать и планировать эксперимент. Что касается теоретических знаний, необходимых для проведения эксперимента, то они также приведены в описании к лабораторной работе, в результате студентам достаточно просто пересказать теоретическую часть и решить типовую задачу. Интерпретировать и анализировать результаты эксперимента студент должен при написании отчета, но в настоящее время в Интернете существует множество готовых отчетов. Получается, что творческая деятельность, направленная на формирование исследовательских умений, сведена к ми-

нимуму. Тем не менее учебное содержание предмета «физика» в части экспериментальной деятельности включает усвоение роли эксперимента в познавательном процессе получения физического знания [2].

### Оценка результатов учебной деятельности на основе физического эксперимента

Таким образом, в методике обучения физике в вузе существует проблема оторванности эксперимента от контроля знаний. Оценить эффективность учебной деятельности студентов и уровень усвоения им учебного материала мы предлагаем с помощью задач, содержащих подробное описание эксперимента или его результатов.

Зачастую лекционный эксперимент рассматривается студентами как интерактивная пауза, непонятный фокус, позволяющий отдохнуть от «меловой физики». При этом после объяснения сути эксперимента лектором он остается непонятным для части студентов, ориентированных лишь на то, чтобы успешно сдать экзамен по дисциплине, т.к. на экзамене не нужно знание эксперимента, «этого нет в экзамене». Единственный способ, на наш взгляд, повысить ценность лекционного эксперимента для обучающихся – внести его в качестве элемента контроля знаний и умений. Лекционный эксперимент будет подкреплять информацию о каких-либо физических явлениях или подводить к выводу каких-то законов и закономерностей, если будет осмыслен обучающимся. Именно поэтому мы считаем, что обращение на экзамене к проведенному эксперименту может выступать как средством обучения, приводящим к более глубокому усвоению материала, так и средством проверки уровня усвоения материала студентами.

Рассмотрим подробнее предлагаемую нами структуру экзамена. К экзамену допускаются студенты, сдавшие теоретический минимум, который содержит от 50 до 70 вопросов по темам изучаемых разделов физики. Вопросы проверяют знание основных понятий и определений, формулировок теорем и законов физики на уровне воспроизведения, что составляет минимальный уровень сформированности компетенций. У студентов, не знающих основные понятия, определения и законы, уровень сформированности компетенций неудовлетворительный. Студенты, успешно ответившие на несколько вопросов, приступают к основному экзамену.

Билет содержит два вопроса и одну-две задачи по разным темам курса. Вместо дополнительного вопроса по теме студенту предлагалась качественная задача на экспериментальной основе [13]. Качественная задача на экспери-

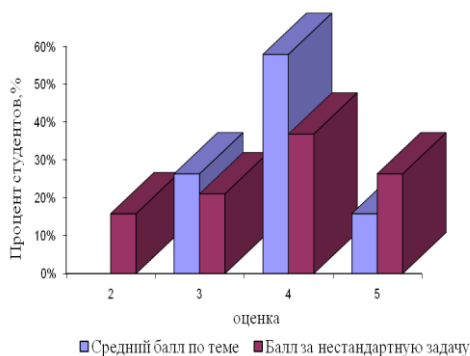


Рис. 1. Распределение оценок студентов

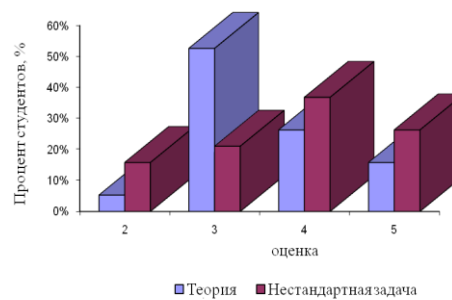


Рис. 2. Распределение оценок, полученных студентами за теоретический вопрос и нестандартную задачу по одной теме

ментальной основе – это задача, содержащая подробное описание эксперимента (в том числе показанного на лекции) или его результатов. В таких задачах обозначается проблема, но нет четко сформулированных условий и конкретных данных. Такие задания позволяют самостоятельно вести поиск модели и физических законов для реализации гипотезы решения. Это позволяет студенту выйти за пределы прямого формального воспроизведения усвоенного в ходе обучения материала. Обратим внимание, что обязательность обращения к результатам эксперимента на экзамене известна студентам начиная с первой лекции. Это стимулирует их на активное восприятие учебных демонстраций, вплоть до проведения видеозаписей. Конечно, и преподаватель не может относиться к эксперименту как к простой иллюстрации рассказа, он реализует его как основу для дальнейшей самостоятельной познавательной деятельности обучающихся. Такая деятельность преподавателя является важной частью его методической компетентности [11, 12].

Критерии оценивания усвоения физики с помощью качественной задачи на экспериментальной основе проводились по степени самостоятельности в выборе модели, применения методов анализа и законов, а также реализации решения этой конкретной задачи [13, 14]. Приведем пример качественной задачи на экспериментальной основе. На лекции демонстрировалась интерференция в воздушном клине при освещении его монохроматическим светом разных длин волн. Целью эксперимента было исследовать, как зависит интерференционная картина от длины волны падающего на клин света. Внимание студентов при этом обращалось на то, что с одной стороны линии интерференции были искривлены, причем положение этих линий не зависело от длины волны падающего света. Причины искажения интерференционной картины были объяснены лектором. Студенты

должны были понять, что искажение связано с наличием неоднородности на поверхности клина, но конкретно какую картину дают выпуклости или вогнутости, на лекции не уточнялось. В нестандартной задаче на экзамене студентам уже было предложено самим изобразить интерференционную картину, наблюдаемую в клине в случае, если на одной из сторон клина имеется выступ и впадина сферической формы. Ответы на эти вопросы на экзамене являются доказательством усвоения учебного содержания на уровне способности самостоятельного применения знаний.

#### Эффективность предлагаемой методики оценки уровня усвоения

После экзамена мы провели сравнение средней оценки за экзамен по отдельной теме и оценки за нестандартную задачу по этой же теме. Результаты сравнения приведены на рис. 1. В ходе сравнения нами было замечено, что около 10% учащихся получили оценку «неудовлетворительно» за нестандартную задачу, тогда как средняя оценка за тему была «хорошо». Мы делаем вывод, что эти студенты добросовестно учат теорию и могут применить ее к решению типовых задач, но способности к творческому применению полученных знаний у них нет. По нашему мнению, такие студенты не смогут обучаться в магистратуре.

На рисунке 2 приведена гистограмма, на которой сравниваются распределения оценок, полученных студентами за теоретический вопрос и нестандартную задачу по одной теме.

Гистограмма, приведенная на рисунке 2, показывает, что наибольшее число экзаменуемых получило оценку «удовлетворительно» за теоретический вопрос по теме. Можно заметить, что часть студентов получили оценки «хорошо» и «отлично» за нестандартную задачу, при этом получив оценку «удовлетворительно» за ответ на

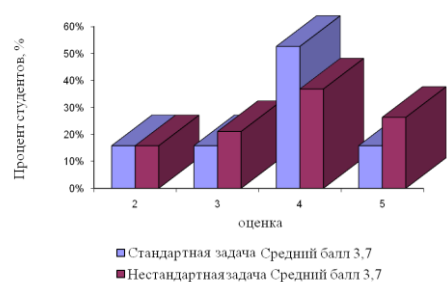


Рис. 3. Распределение оценок, полученных студентами за стандартную задачу и нестандартную задачу по одной теме

теоретический вопрос по данной теме. Эти студенты выучили основные законы, понимают их и могут применить к решению нестандартной задачи. Оценка «удовлетворительно» за теоретический вопрос в данной ситуации объясняется тем, что при ответе на вопрос не были приведены все требующиеся доказательства, выводы теоретических положений.

На рисунке 3 приведена сравнительная гистограмма распределения оценок, полученных студентами за стандартную задачу и нестандартную задачу по одной теме. Нами определено, что средний балл за задачи одинаков и равен 3.7. Это дает нам возможность предложить заменить на экзамене типовую задачу нетиповой, а стандартную задачу использовать как дополнительную в том случае, если студент не справляется с первой.

### Заключение

Наблюдая эксперимент на лекции в ходе изложения нового материала, студент не может до конца усвоить увиденное на уровне дальнейшего самостоятельного применения, т.к. еще не сформирована полноценная основа для понимания теории изучаемого явления или процесса. Только после усвоения теоретического материала в ходе решения задач на практических занятиях он сможет осмысленно и аргументированно объяснить эксперимент и показать усвоение всей физики, лежащей в его основе. *Поэтому и полный контроль уровня усвоения экспериментальной основы изучаемой физики следует перенести на экзамен.*

Весьма важно, что предлагаемое нами включение содержания лекционных демонстраций в экзамен приводит к формированию целостного учебного процесса, возникновению внутрипредметных связей на уровне деятельности студентов.

Естественно, подобные задачи может решать студент, претендующий на оценку выше «удовлетворительно», т.е. не только выучивший

теорию, но усвоивший определенную систему физического знания, способный к самостоятельному применению теории хотя бы в ситуации модельной задачи. Предложенный нами метод проверки профессиональных компетенций студентов университета отвечает требованиям ФГОС, позволяя оценивать умение студентов применять на практике знания, полученные при изучении курса физики, составлять теоретические модели и анализировать результаты эксперимента. Кроме того, подобный способ проведения экзамена является, на наш взгляд, хорошим стимулом для активной работы студентов в течение учебного года.

### Список литературы

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 03.03.02 Физика (уровень бакалавриата). URL: [http://fgosvo.ru/uploadfiles/fgosvob/030302\\_Fiska.pdf](http://fgosvo.ru/uploadfiles/fgosvob/030302_Fiska.pdf)
2. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – бакалавриата по направлению подготовки 03.03.02 Физика. URL: [http://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Bak/030302\\_B\\_3\\_31082020.pdf](http://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Bak/030302_B_3_31082020.pdf).
3. Ивернова В.И. Лекционные демонстрации по физике. М., 1972.
4. Степанов Н.С., Егоров Г.С., Лебедев В.В. Лекционный эксперимент в университетском курсе общей физики – состояние, тенденции, проблемы // Физическое образование в вузах. Серия «Б». 1996. Т. 2. № 3.
5. Селиверстов А.В. Современные лекционные демонстрации по разделу «волновая оптика» курса общей физики: Дис. ... канд. пед. наук. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2005. 262 с.
6. Казарин П.В. Система демонстрационного физического эксперимента в учебном процессе подготовки студентов физических и радиотехнических специальностей университетов: Дис. ... канд. пед. наук. Нижний Новгород: ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2010. 199 с.
7. Алыкова О.М., Радкевич Л.А. Пути повышения эффективности лекционно-демонстрационного эксперимента при изучении курса общей физики (раздел «Оптика и атомная физика») для студентов нефизических специальностей университетов // Успехи современного естествознания. 2011. № 1. С. 149–151.
8. Лихтер А.М., Смирнов В.В., Алыкова О.М., Киселёва А.Д. Роль и содержание физического эксперимента в курсе общей физики для специальностей информационно-математического направления университетов (раздел «Оптика и атомная физика») // Физическое образование в вузах. 2009. Т. 15. № 2. С. 3–14.
9. Цветянский А.Л., Слободской А.И., Полев А.А. Демонстрационный эксперимент в лекциях по общей физике // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2017. № 4-3. С. 576–580.
10. Казарин П.В., Полуштайцев Ю.В., Услугин Н.Ф. Лекционные опыты по демонстрации дифрак-

ции света в системе университетского физического образования // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. 2017. № 3 (47). С. 143–147.

11. Разумовский В.Г. Решение проблемы научной грамотности – неотложная перспектива развития содержания физического образования // Сибирский учитель. 2012. № 3. С. 12–25.

12. Гребенев И.В., Лебедева О.В. Теоретические основания развития методической компетентности учителя // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2007. № 4. С. 21–25.

13. Белова О.В., Зайцева Е.В. Физический эксперимент как способ оценки уровня усвоения материала студентами // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. 2015. № 4. С. 153–158.

14. Белова О.В., Зайцева Е.В. Оценка уровня усвоения учебного материала студентами второго курса физического факультета с помощью мысленного физического эксперимента // Инновационные методы обучения в высшей школе. Сборник статей по итогам методической конференции ННГУ. Нижний Новгород, 10–12 февраля 2016 года. С. 22–25.

#### QUALITATIVE TASKS WITH AN EXPERIMENTAL BASIS AS A MEANS OF CONTROLLING STUDENTS' KNOWLEDGE AND SKILLS

*O.V. Belova, E.V. Zaitseva*

Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod

A method is proposed to test the assimilation of educational material using qualitative tasks on an experimental basis during the study of the course "Physics" by bachelors of the Faculty of Physics. It is proposed to assess the level of assimilation of educational material by students using tasks containing a detailed description of the experiment or the results of the experiment. It is shown that the described tasks make it possible to evaluate the ability of students to put into practice the knowledge gained during the study of the physics course, to make theoretical models and analyze the results of the experiment.

*Keywords:* qualitative tasks on an experimental basis, knowledge verification method, assessment of activity, lecture demonstration material, physical experiment.