

УДК 372.853

А. И. Гиголо¹, М. А. Бражников², О. А. Поваляев³

¹e-mail: gigolo_ai@mail.ru

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет),
Москва, Россия

²e-mail: birze@inbox.ru

Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н. Н. Семенова
Российской академии наук, Москва, Россия

³e-mail: manager@nau-ra.ru

Научные развлечения, Москва, Россия

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ В ОБЛАСТИ ФИЗИКИ*

Оценка учебных достижений по физике в современной школе требует выделения цифровых компетенций, которыми должны обладать обучающиеся, в т. ч. при выполнении физического эксперимента и лабораторных работ с использованием цифровых лабораторий. В работе рассмотрены вопросы проектирования соответствующих компетенций с учётом возможностей современных цифровых лабораторий для выполнения экспериментальных заданий в оценочных процедурах ВПР и ГИА по физике.

Ключевые слова: цифровые компетенции, предметные результаты по физике, оценка учебных достижений, цифровые датчики, модели заданий.

Anton I. Gigolo¹, Michael A. Brazhnikov², Oleg A. Povaljaev³

¹e-mail: gigolo_ai@mail.ru

Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow, Russia

²e-mail: birze@inbox.ru

Semenov Federal Research Center for Chemical Physics Russian Academy of Sciences,
Moscow, Russia

³e-mail: manager@nau-ra.ru

"Scientific entertainment" Ltd, Moscow, Russia

DESIGNING DIGITAL COMPETENCIES IN THE FIELD OF PHYSICS

Assessment of educational achievements in physics in a modern school requires the identification of digital competencies that pupils must possess, including when performing a physical experiment and laboratory work using digital laboratories. The paper deals with the

© Гиголо А. И., Бражников М. А., Поваляев О. А., 2020

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-29-14216 «Проектирование структуры и содержания цифрового инструментария для оценки учебных достижений по физике в системе общего образования».

design of the relevant competencies, taking into account the capabilities of modern digital laboratories for doing the experimental tasks in the assessment procedures of All-Russian test works and State final examination.

Keywords: digital competencies, subject results in physics, assessment of educational achievements, digital sensors, task models.

Компетентность подразумевает сочетание умений (познавательных, коммуникативных и проектных), способностей, знания и опыта. Как показал проведённый нами анализ, под цифровой компетентностью подразумевают уверенное, критическое и ответственное использование цифровых технологий и взаимодействие с ними для обучения, работы, участия в жизни общества, охватывающее следующие области: информационная грамотность, коммуникация и сотрудничество, создание цифрового контента, безопасность, решение проблем (задач) [1]. Указанные компетенции охватывают и пользователей, и производителей цифрового контента. Компетенции пользователей – составляющая часть функциональной грамотности, освоение которой в настоящее время полностью лежит на плечах школьного образования. Сюда относятся компетенции, необходимые для получения доступа и использования цифровых устройств и онлайн-сервисов, умение печатать на клавиатуре или работать с сенсорными экранами. Каждая из компетенций включает свою совокупность соответствующих *знаний и умений*, критерии оценки которых можно формализовать и оценить в рамках оценки предметных учебных достижений, а также способности и опыт, которые оценивать сложнее. В Европе овладение цифровыми компетенциями в явном виде проверяется в рамках итоговых экзаменационных процедур у выпускников школ, выбор которых в процессе обучения был сделан в пользу информатики или какого-либо предмета, связанного с компьютерными технологиями.

Подчёркнём, список разрабатываемых компетенций охватывает, во-первых, пользователей цифровых услуг (цифровых устройств и онлайн-сервисов, социальных сетей), во-вторых, программистов, т. е. создателей цифрового контента. Обе составляющие включены в процесс школьного обучения. Но при этом есть, если так можно сказать, *инженерные цифровые технологии*, которые в рамках обучения в школе оказываются не охваченными ни разработкой, ни практикой.

Цифровые технологии развиваются за последние 20–15 лет, особенно стремительно они охватывают новые области человеческой деятельности. Полагаем, что в современных условиях в области естественных наук следовало бы детализировать компетенцию «цифровая грамотность», дополнив её, а возможно и выделив в самостоятельную компетенцию, следующим: умение работать с цифровыми датчиками, приборами и виртуальными приложениями (лабораторными работами, опытами и т. п.),

а также способностью оценивать получаемый результат. Иными словами, среди будущих пользователей, обучаемых в средней школе, следует выделить тех, для кого цифровые устройства *есть инструмент получения первичной информации*, например, будущих инженеров, исследователей, врачей. Даже в быту, в высокотехнологичном современном доме, мы будем иметь цифровые датчики-регистраторы (температуры, влажности, освещённости), цифровые блоки управления, в целом цифровую систему, координирующую их работу и обрабатывающую первичную информацию.

Схематизируем процесс инструментального исследования *окружающего мира*, информацию о котором мы получаем и анализируем; в нём протекают *явления*, назовём их по внешним признакам: биологические, химические, электрические, магнитные, электромагнитные, тепловые, оптические, механические (изменения положения, скорости, ускорения). В этот окружающий мир для целей исследования внедрён *датчик*, в основе работы которого лежит *преобразование одного типа явлений в другой*, например, оптические → электрические, тепловые → электрические, упруго-механические → электрические и т. п. Для аналоговых, стрелочных приборов было важно преобразование электрических, магнитных, тепловых и т. п. явлений – в механические; для цифровых – преимущественно в электрические. Преобразование одного типа воздействия в другое подчиняется вполне определённым законам: Ампера, Фарадея (электромагнитной индукции) и др., некоторые из которых изучаются в школе, другие – нет. В датчике формируется некоторый импульс (сигнал), который по линиям связи (проводным, оптоволоконным, беспроводным) передаётся на вход, например, блока компьютера, при этом отсекаются шумы и помехи, а также вредные сигналы. В компьютерах происходит *анализ, хранение, перераспределение информации*, а также, возможно, *формирование ответного сигнала*, управляющего сигнала датчика.

Формируя или проектируя *цифровую компетенцию* в области естественных наук, нужно, на наш взгляд, исходить из того, что она охватывает подобную схему в целом и иллюстрирует предъявляемое требование – *«понимать принципиальную схему измерения, осуществляемого с помощью цифрового прибора»*. Если есть составляющая компетенции *«знать»*, то мы можем включить требование *«знать основы физических принципов работы измерительного блока цифрового прибора»*, очевидно, что по мере изучения физики в школе содержание этого требования будет углубляться. Так, для основной школы подходит датчик движения на основе потенциометра, а для старшей – индукционный датчик движения, как более сложный по тем физическим принципам, на которых он основан. Для любого прибора важны такие характеристики, как чувствительность, диапазон, время отклика и амплитудно-частотная характеристика, стабильность работы, линейность характеристик, ошибка измерения и т. д. Разрабатывая

паспорт компетенции, необходимо включить в него умения: работать с цифровыми датчиками и приборами в рамках учебной экспериментальной установки (части которой могут быть и аналоговыми приборами); монтировать совместно с другими приборами при сборке такой установки; подключать при необходимости выводы прибора/датчика к компьютеру (цифровому осциллографу); считывать информацию с дисплея цифрового прибора или монитора компьютера, в последнем случае, и информацию, представленную таблично и графически; уметь с помощью встроенных программ анализировать и преобразовывать информацию, управлять цифровыми датчиками и приборами; понимать физические принципы разных способов передачи информации (сигналов) от датчиков к компьютерам, аккумулирующим базы данных. Пока остаётся неясным, насколько оправдано будет требование: проверять достоверность информации, поскольку работа собственно цифрового преобразователя остаётся для ученика, и многих рядовых пользователей чёрным ящиком. Проектируемая цифровая компетенция подразумевает расширение содержания естественно-научных предметов понятиями, известными учащимся из информатики: сигнал, шум, информация.

Уже имеющиеся сегодня цифровые лаборатории, например [2], позволяют формировать компоненты описанной выше цифровой компетенции, предлагая не только сами цифровые приборы, но в рамках разработанных лабораторных работ модели заданий [3], при выполнении которых можно говорить о формировании соответствующих составляющих компетенции. Так, наличие цифровых датчиков: давления, температуры, ускорения, а также веб-камеры совместно с соответствующими программами в ноутбуке, позволяет не только формировать такие *навыки*, как монтировать, коммутировать датчики, рационально их размещать, реализуя на практике *умение* собирать экспериментальную установку, считывать информацию с экрана, но и получать графики зависимости исследуемой величины от времени, аппроксимировать их простейшими функциональными зависимостями, анализировать их, т. е. *формировать* экспериментальные умения *более высокого порядка*. Важная методическая проблема, ждущая своего разрешения, это переход в практике обучения от сохраняющего дидактическую ценность первоначального умения *измерять* физическую величину с помощью аналогового прибора к умению *измерять и анализировать* физическую величину с помощью цифровых приборов и цифровой лаборатории в целом. Цифровая компетенция неразрывно связана с предметной компетенцией в области физики, содержание которой может быть дополнено в старших классах умением учащихся исследовать и анализировать (на качественном уровне) переходные и нестационарные процессы, изучение которых ранее было недоступно, а сегодня модели таких заданий уже разработаны [2, 3].

Таким образом, при проектировании инструментария для оценки учебных достижений по физике необходимо учитывать следующие факторы.

1. Обучающиеся должны обладать уровнем информационной грамотности, достаточным для выполнения заданий в цифровой среде. В случае оценки учебных достижений по физике наиболее значимыми является компетенция «Управление данными, информацией и цифровым контентом». Здесь необходимы навыки работы с текстовыми редакторами, видеофайлами, электронными таблицами и встроенным калькулятором, симуляторами исследований, поиска справочных данных. Специфичными для физики являются умение работать с лабораторным оборудованием, оснащенным компьютерными измерительными датчиками, и специализированным программным обеспечением по снятию показаний датчиков и обработке данных (расчёты, построение графиков и их аппроксимация).

2. В предметные результаты обучения физике можно внести ключевые цифровые компетенции, так как предмет вносит вклад в их формирование наряду с другими. Специфичной для физики является компетенция по работе с цифровыми приборами, которая включает в себя понимание принципиальной схемы измерения, осуществляемого с помощью цифрового прибора, умения считывать показания, анализировать и преобразовывать информацию, управлять цифровыми датчиками и приборами.

Цифровая компетенция в современном мире подразумевает принятие и учащимися, и учителями оценочных процедур, реализуемых с помощью современных цифровых технологий. В области естественных наук в этом также есть своя специфика, по сравнению, скажем, с использованием цифровых технологий в области гуманитарных наук и соответствующих предметов. Так, переход на цифровую (компьютерную) форму представления измерительных материалов различных оценочных процедур (например, ВПР или ЕГЭ) позволяет предложить новые подходы к оценке экспериментальных умений с использованием цифровых технологий.

1. Использование цифровых датчиков в качестве измерительных инструментов и, соответственно, изменение *подходов к проведению учащимися* прямых измерений физических величин и их *проверке учителями*.

2. Использование компьютерной формы регистрации полученных значений, построения графиков и, соответственно, изменение подхода к оформлению и проверке экспериментальных заданий.

3. Использование видеонаблюдения за выполнением экспериментальных заданий и, соответственно, изменение подходов к проведению и оцениванию этих заданий.

Введение в оборудование для проведения ВПР и ГИА цифровых датчиков для регистрации физических величин и использование возможностей смартфона, планшета или ноутбука для расчетов и оформления ре-

зультатов опытов, позволит перейти на новый качественный уровень оценки экспериментальных умений обучающихся. Появление цифровых технологий в оценочных процедурах повысит их актуальность и привлекательность в сознании современного ученика.

Цифровая компетентность учащегося подразумевает, что он инструментально оснащён, готов и психологически адаптирован как к цифровым технологиям измерения физических величин, так и к цифровым технологиям оценивания своих знаний и умений по физике.

Список литературы

1. Бражников М. А. Анализ возможностей включения цифровых компетентностей в предметные результаты обучения по физике // Педагогические измерения. 2020. № 2. С. 109–117.
2. Поваляев О. А., Ханнанов Н. К., Хоменко С. В. Цифровая лаборатория по физике. Базовый уровень: метод. пособие. 4-е изд. М.: Де`Либри, 2020. 108 с.
3. Гиголо А. И., Поваляев О. А. Возможности оценки экспериментальных умений по физике с использованием цифровых технологий // Педагогические измерения. 2020. № 2. С. 102–108.