

Анализ возможностей включения цифровых компетентностей в предметные результаты обучения по физике

**Бражников
Михаил Александрович**

кандидат педагогических наук, старший научный сотрудник ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н.Н. Семёнова Российской академии наук», член комиссии по разработке КИМ для ГИА по физике, birze@inbox.ru

Ключевые слова: цифровые компетенции, предметные результаты по физике, оценка учебных достижений, цифровой инструментарий.

Проектирование структуры и содержания цифрового инструментария для оценки учебных достижений по физике¹ требует выделения цифровых компетенций, освоение и оценка которых специфична для области физики или всех естественных наук, определения спектра цифровых компетенций, которыми должен обладать обучающийся для выполнения заданий в цифровой среде, и определения перечня цифровых компетенций, которые могут быть оценены в рамках предметных оценочных процедур, предлагаемых в компьютерном формате, и оценка которых целесообразна именно в рамках предметного инструментария.

В этой статье представлен анализ европейского опыта отбора цифровых компетенций и подходы к отбору спектра цифровых компетенций, которые целесообразно включить в предметные результаты по физике.

В основу настоящей статьи положена попытка анализа цифрового обучения в школах Европы по материалам прежде всего соответствующего доклада, опубликованного в 2019 г.² Обычно о цифровых компетенциях в образовании пишут с позиции ИКТ, основы которых преподаются в школе в рамках предмета «Информатика», или же с позиций педагогов, развивающих и внедряющих в систему образования современные цифровые технологии обучения. Наша задача — посмотреть глазами учителя физики, оценивая возможности формирования цифровых компетенций в рамках предмета и возможности их оценивания в рамках предметных же оценочных процедур.

Компетентность подразумевает сочетание умений (познавательных, коммуникативных и проектных), способностей, знания и опыта³. В Европе, согласно современному пониманию, под *цифровой компетентностью*

¹ «Проектирование структуры и содержания цифрового инструментария для оценки учебных достижений по физике в системе общего образования» — один из проектов Российского фонда фундаментальных исследований в рамках общего направления «Трансформация содержания общего образования в результате использования учащимися в работе и аттестации цифровых ресурсов (инструментов, источников, сред, сервисов), применения цифровых платформ и цифрового мониторинга».

² European Commission/EACEA/Eurydice, 2019. Digital Education at School in Europe. Eurydice Report. Luxembourg: Publications Office of the European Union. / https://eacea.ec.europa.eu/national-policies/eurydice/sites/eurydice/files/en_digital_education_n.pdf Дата обращения 6 июня 2020.

³ The future of education and skills Education 2030. / E2030 Position Paper (05.04.2018).pdf <https://www.oecd.org/education/2030-project> — Дата обращения 01.06 2020 г.

подразумевают уверенное, критическое и ответственное использование цифровых технологий и взаимодействие с ними для обучения, работы, участия в жизни общества⁴.

Цифровая компетентность включает в себя:

- информационную и цифровую грамотность;
- коммуникацию и сотрудничество, медиаграмотность;
- способность создавать цифровой контент (включая программирование);
- безопасность, включая безопасное сосуществование с цифровыми техникой и технологиями, так называемое цифровое благополучие⁵, а также умения, связанные с кибербезопасностью;
- вопросы интеллектуальной собственности, решение проблем и критическое мышление.

Цифровые компетенции формируются преимущественно *межпредметно*, когда различные школьные курсы охватывают соответствующие вопросы, *предметно* — в рамках специального предмета и, наконец, *интегрировано*, когда эти вопросы образуют в рамках школьного курса, например математики, некоторую предметную область.

В таблице 1 представлена, по областям компетенций, 21 компетенция в том виде, в каком они приняты в Европе⁶, и формулируются в отечественных источниках⁷. Курсивом выделены те компетенции, результаты, овладения которыми в явном

виде включены в образовательные программы большинства европейских стран. Предполагается, что эти компетенции суть ключевые для того, чтобы учащиеся стали компетентными пользователями цифровых технологий.

При переводе англоязычной терминологии иногда возникают узкие места перевода. Например, термин “digital well-being” требует пояснения, поскольку ни его зеркальный перевод как «цифровое благополучие» или «здоровье» не дают адекватного представления о содержании понятия; *фильтрация* данных есть отсеивание, невключение в рассмотрение чего-либо по какому-то признаку, в некотором смысле — это *выборка*. Вероятно, выделенные слова точнее передадут по-русски содержание умений. Но нужно понимать, что в области цифровых компетенций отечественная терминология находится в стадии становления.

Как видно из таблицы 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. «Здесь важны творческие навыки для работы в онлайн-приложениях и цифровых сервисах (социальных сетях, мессенджерах, информационных порталах), способность создавать цифровой контент и в целом умение работать с информацией — собирать, структурировать, проверять на достоверность, хранить и защищать данные...»

Профессиональные цифровые навыки, связанные с регулярным решением сложных профессиональных задач в цифровой среде, — навыки, лежащие в основе высокотехнологичных профессий (программисты, разработчики, web-дизайнеры, аналитики больших данных и т.д.)⁸.

⁴ Eurydice Brief Digital Education at School in Europe, 2019 / Authors EACEA. Coord. A. Bourgeois. https://eacea.ec.europa.eu/national-policies/eurydice/sites/eurydice/files/eurydice_brief_digital_education_n.pdf Дата обращения 6 июня 2020.

⁵ «Цифровое благополучие» включает в себя самоконтроль количества времени, проводимого с мобильными устройствами, Интернетом и технологиями в целом; осознание потенциального вреда, который может нанести чрезмерное увлечение экранами дисплеев, что может ухудшать концентрацию внимания или наносить ущерб нашей работоспособности.

⁶ European Commission/EACEA/Eurydice, 2019. Digital Education at School in Europe. Eurydice Report. Luxembourg: Publications Office of the European Union. / https://eacea.ec.europa.eu/national-policies/eurydice/sites/eurydice/files/en_digital_education_n.pdf Дата обращения 6 июня 2020.

⁷ Аналитический ответ АНО ДПО «Корпоративный университет Сбербанка» «Обучение цифровым навыкам: модели цифровых компетенций». http://obzory.hr-media.ru/cifrovye_navyki_sotrudnika. Дата обращения 12 июня 2020 г.

⁸ Аналитический ответ АНО ДПО «Корпоративный университет Сбербанка» «Обучение цифровым навыкам: модели цифровых компетенций». http://obzory.hr-media.ru/cifrovye_navyki_sotrudnika. Дата обращения 12 июня 2020 г.

Цифровые компетенции

Области компетенций	Компетенции
I. Информационная грамотность	1.1. Просмотр, поиск и фильтрация (выборка) данных, информации и цифрового контента
	1.2. Оценка данных, информации и цифрового контента
	1.3. Управление данными, информацией и цифровым контентом
II. Коммуникация и сотрудничество	2.1. Взаимодействие с помощью цифровых технологий
	2.2. Обмен посредством цифровых технологий
	2.3. Участие в гражданской жизни общества с помощью цифровых технологий
	2.4. Сотрудничество посредством цифровых технологий
	2.5. Этика общения в интернет-сети
	2.6. Управление цифровой идентификацией
III. Создание цифрового контента	3.1. Разработка цифрового контента
	3.2. Интеграция и переработка (обновление) цифрового контента
	3.3. Авторские права и лицензии
	3.4. Программирование
IV. Безопасность	4.1. Защита устройств
	4.2. Защита персональных данных и обеспечение конфиденциальности
	4.3. Защита здоровья и «цифрового» благополучия
	4.4. Защита окружающей среды

Каждая из перечисленных во втором столбце компетенций включает свою совокупность соответствующих знаний и умений. Если говорить об их оценке, то однозначно проверяемыми являются умения и знания, формализовать и оценивать способности и опыт сложнее, это задача специальных инструментов, не относящихся к инструментам оценки предметных учебных достижений.

Первый шаг на пути проектирования инструментария для оценки компетенций — их операционализация, т.е. раскрытие структуры компетенций через соответствующий перечень умений. Например, управление данными, информацией и цифровым контентом (п. 1.3, таблица 1) включает умения организовывать информацию, хранить её, выбирая оптимальный способ, извлекать информацию для дальнейшего использования, обраба-

тывать информацию и контент в соответствующей среде.

В таблице 2 приведён спектр умений для восьми наиболее важных компетенций, принятый в европейском союзе⁹.

Важным аспектом является возраст, начиная с которого можно формировать те или иные цифровые компетенции. Так, формирование умений, связанных с взаимодействием с помощью цифровых технологий, с управлением цифровой идентификацией, разработкой цифрового контента и защитой персональных данных и конфиденциальности в Сети, должно начинаться с начальной школы. Полноценное освоение умений по оценке

⁹ Eurydice Brief Digital Education at School in Europe, 2019 / Authors EACEA. Coord. A. Bourgeois. https://eacea.ec.europa.eu/national-policies/eurydice/sites/eurydice/files/eurydice_brief_digital_education_n.pdf Дата обращения 6 июня 2020.

Таблица 2

Компетенции и умения, их раскрывающие

№	Компетенция	Умения учащихся
1	Оценка данных, информации и цифрового контента	1. Фильтрация (выборка) информации. 2. Перекрёстная проверка информации. 3. Отделение объективной информации от субъективной, реальной от виртуальной. 4. Составление мнения (вынесения суждения), простого или обоснованного, об источниках информации, их: достоверности, ценности, уместности, точности, плагиате и т.д.
2	Взаимодействие с помощью цифровых технологий	1. Совместная работа в онлайн среде. 2. Использование цифровых инструментов и документов для совместной работы. 3. Решение проблем в группе
3	Управление цифровой идентификацией	1. Электронная идентификация. 2. Электронная репутация. 3. Различия между цифровой и электронной идентификацией. 4. Управление и защита цифрового удостоверения и цифровых следов
4	Разработка цифрового контента	1. Программное обеспечение и приложения. 2. Дизайн и создание технологий. 3. Осуществление творческих проектов, включающих выбор, использование и объединение нескольких приложений
5	Программирование	1. Использование и составление алгоритмов. 2. Программирование на языке. 3. Компьютерное мышление
6	Защита персональных данных и конфиденциальность	1. Защита личных данных и конфиденциальности в цифровой среде. 2. Безопасное использование и обмен личной информацией. 3. Понимание политики конфиденциальности цифровых серверов
7	Защита здоровья и «цифрового» благополучия	1. Умение избегать рисков для здоровья и угроз физическому и психологическому здоровью при использовании цифровых технологий. 2. Защита от возможных опасностей в цифровой среде (например, кибербуллинг). 3. Ориентирование в цифровых технологиях, обеспечивающих социальное благополучие в цифровой среде
8	Выявление пробелов в цифровой компетенции	1. Понимание пробелов в собственных цифровых компетенциях. 2. Готовность поддержать других в развитии цифровых компетенций. 3. Поиск путей саморазвития. 4. Ориентирование в эволюции цифровых технологий

данных, информации и цифрового контента и выявлению пробелов в цифровой компетенции доступно не ранее подросткового возраста. А программирование, скорее всего, по-прежнему для обучающихся средней школы.

Как представляется, далеко не все умения, раскрывающие ключевые компетенции, допускают однозначную и формализованную оценку овладения ими. Это признают и авторы отчёта, полагая, что оценка некоторых компетенций

не является простой и представляет собой серьёзную проблему для систем образования европейских стран¹⁰. Инструментарий оценки таких компетенций, как гражданственность, социальные и личные навыки и т.п., по сути, ещё не выработан. Более того, компетенции, как полагают авторы, не могут быть оценены с помощью традиционных методов оценки и нуждаются в инновационных подходах. При этом они не раскрывают на каких-либо примерах, что цифровые технологии потенциально способны предложить много возможностей для оценки таких «нематериальных» вопросов, лежащих в основе восьми ключевых компетенций, таких как критическое мышление или креативность. Проблема выработки критериев овладения ключевыми компетенциями в целом, а также соответствующими им умениями, остаётся открытой. Это относится и к отбору содержания, и его распределению между уровнями образования (начальной, основной и старшей школами), потому что единства между тем, в рамках какой школы осваиваются те или иные компетенции, пока нет.

Не будем останавливаться на уровнях проверки компетенций: государственный, региональный или внутришкольный. Рассмотрим несколько других моментов, которые представляются важными.

В процессе обсуждения подходов к оценке цифровых компетенций акцент делается на *типах оценок*: формирующей и итоговой.

В некотором смысле формирующая оценка — это текущее оценивание в процессе обучения, целью которого является прежде всего совершенствование обучения, а не фиксация достигнутых результатов. Это постоянный мониторинг обучения, охватывающий небольшие разделы. К формам формирующего оценивания можно отнести составление концептуальной карты, отражающей понимание темы урока; опрос во время урока по текущей теме; «выходные билеты» (три–пять во-

просов в конце урока с выбором ответа на несколько минут); минутные самостоятельные работы¹¹. Все эти формы вполне пригодны для оценки отдельных умений цифровых компетенций. В нашем случае такой мониторинг процесса обучения возможен на Google-платформе или платформе Московской или Российской электронной школы (МЭШ или РЭШ), при этом мониторинг формализуется с помощью современных цифровых технологий.

Формы итогового оценивания также вполне традиционны, но здесь важно понять, а что меняют цифровые технологии в плане организации процесса оценивания. Рассматриваются три формата оценивания в рамках цифровых технологий.

1. *Компьютерное тестирование*, когда задания расположены на экране компьютера (они могут включать в себя задания с множественным выбором ответа, вопросы, краткие эссе и упражнения). При этом нужно понимать, что вопросы «на экране» по необходимости ограничены по объёму, следовательно, они менее сложные, чем, будучи заданными в «печатном виде»; вопросы «на экране» часто более привлекательны и по форме представления, и «внешнему виду»; опции компьютера позволяют осуществлять практически мгновенную обратную связь ученика с учителем; быстрый отклик на ответ позволяет тестируемому выполнить больше заданий за отведённое время, что делает сам тест более надёжным (валидным); при таком формате проверки тестируемый может ответить на столько вопросов, на сколько он в состоянии ответить за отведённое время, не зная, однако, всего объёма (и содержания!) вопросов теста.

2. *Адаптивное тестирование*, вопросы автоматически адаптируются к возможностям учащихся в зависимости от результатов предварительных ответов. Сложность такого формата тестирования обусловлена сложностью разработки самой модели, которая учитывала все потенциальные возможности ответов и путей решения, будучи при этом надёжной. Однако если

¹⁰ European Commission/EACEA/Eurydice, 2019. Digital Education at School in Europe. Eurydice Report. Luxembourg: Publications Office of the European Union. / https://eacea.ec.europa.eu/national-policies/eurydice/sites/eurydice/files/en_digital_education_n.pdf Дата обращения 6 июня 2020.

¹¹ Renard L. The differences between formative and summative assessment. <https://www.bookwidgets.com/blog/2017/04/the-differences-between-formative-and-summative-assessment-infographic> Дата обращения 6 июня 2020.

такая модель найдена, то здесь можно увидеть ряд преимуществ: учащийся может отвечать в наиболее комфортных для работы условиях, близко к уровню своих потенциальных возможностей; ученик может конфиденциально оценить свои возможности; преподаватель имеет возможность скорректировать темп вопросов при онлайн-тестировании и сложность теста в целом¹².

Адаптированное тестирование, точнее, сегодня принято называть *компьютерным адаптивным тестированием (Computer Adaptive Testing, CAT)*, является одной из передовых цифровых технологий, которая может быть использована в процессе обучения. Укажем лишь, что есть определённые сложности: ограничения в применении CAT-технологии, требования к модели теста и т.п., обсуждаемые в литературе¹³.

3. *Практическое тестирование*, относится к практическим задачам, выполняемым вручную, например при программировании, и (или) выполнении заданий с использованием специального программного обеспечения. Во Франции тестирование цифровых компетенций учащихся проводится в старших классах средней школы, специализирующихся в области информатики; это, как правило, устные экзамены, которые проводятся на основе личного файла, подготовленного заранее. Во время экзамена студенты должны обсудить, объяснить и отстаивать свой подход к разработке компьютерной программы, представить проблему, которую они хотели решить, алгоритм, который они использовали, процесс составления программы, возможные разработки и предоставить практические демонстрации работы созданной программы.

Адаптивные тестирования не используются для оценки цифровых компетенций на уровне старших классов средней школы, в основном цифровые компетенции

оцениваются в европейских странах путём сочетания «экранного тестирования» с «практическим тестированием».

Тесты, в которых определяется степень овладения цифровыми компетенциями, обычно проводятся в рамках официальных экзаменов учащихся в конце обучения. В большинстве европейских стран оценки, характеризующие овладение цифровыми компетенциями, выставляются в документах об окончании школы (сертификатах) только для тех учеников, которые прошли курс обучения и (или) сдали экзамен по предмету, связанному с этими компетенциями. Иными словами, по сути, сдают соответствующие экзамены только те учащиеся, кто выбрал для изучения предмет, конкретно связанный с цифровыми технологиями, или с другой областью обучения, которая требует этих компетенций, или сами учащиеся выбрали этот экзамен. Освоение цифровых компетенций другими учащимися косвенно проверяется и оценивается в рамках тестирования по другим предметам, например математике, на разных ступенях обучения в школе.

Подведём некоторый итог того, что существует в настоящее время в практике. В явном виде овладение ЦК проверяется у выпускников школ, выбор которых в процессе обучения был сделан в пользу информатики или какого-либо предмета, связанного с компьютерными технологиями. При этом в основном проверяются компетенции в рамках итогового оценивания, так или иначе касающиеся № 4–6 (см. таблицу 2), способы проверки в большей степени сочетают в себе классические методы оценивания (устный экзамен) и те, новые, которые в какой-то мере являются переносом прежних методов на платформу цифровых технологий (тестирование → экранное тестирование). Далеко не все ключевые компетенции имеют разработанный инструментальный для оценивания, причём даже на уровне критериев.

Как было сказано выше, список разрабатываемых компетенций в Европе охватывает два уровня пользователей: во-первых, это пользователи цифровых устройств и онлайн-сервисов, социальных сетей (а это все офисные работники, журналисты и т.д.), т.е. потребителей широкого поля цифровых услуг; во-вторых,

¹² The skills for Life surveys. A national needs and impact survey of literacy, numeracy and ICT skills / London: Department for Education and Skills, 2003. 302 p.

¹³ Requirements of Computerised Adaptive Testing. https://web.archive.org/web/20120425152205/http://www.fasttestweb.com/ftw-docs/CAT_Requirements.pdf Дата обращения 6 июня 2020

Computerized Adaptive Testing. Student Work Archive. Michigan State University <https://msu.edu/~dwong/StudentWorkArchive/CEP900F00-RIP/ComputerAdaptiveTesting.htm> Дата обращения 6 июня 2020.

программисты, т.е. создатели в той иной мере цифрового контента. Обе составляющие охвачены процессом школьного обучения. Но при этом есть, так можно сказать, *инженерные цифровые технологии*, которые в рамках обучения в школе оказываются не охваченными ни разработкой, ни практикой.

Цифровые технологии развиваются, за последние 15–20 лет особенно стремительно они охватывают новые области человеческой деятельности. В этом есть безусловные плюсы, есть и определённые минусы, которые заметно проявились за месяцы вынужденного дистанционного существования в условиях пандемии. Следовательно, новым реалиям должны отвечать новые цифровые компетенции, которые мы формируем и основы которых мы закладываем в школе. Как видно из предыдущего обзора, выделяют более двух десятков компетенций, восемь из которых признаны в Европе ключевыми.

Несмотря на большую проделанную в Европе и во всем мире работу за последние годы и имеющуюся литературу по данному вопросу, тем не менее полагаем, что процесс проектирования самих компетенций, определение областей, которые они охватывают, выделение соответствующих им умений находятся в стадии становления.

Полагаем, что в современных условиях в области *естественных наук* следовало бы детализировать компетенцию 1.2, дополнив её, а возможно, выделив в самостоятельную, следующим: *умение работать и опыт работы с цифровыми датчиками, приборами и виртуальными приложениями (лабораторными работами, опытами и т.п.), а также способностью оценивать получаемый результат*¹⁴.

Иными словами, среди будущих пользователей, обучаемых в средней школе, следует выделить тех, для кого цифровые устройства есть инструмент получения первичной информации. 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. Не говоря уже о том, что цифровые приборные комплексы (лабораторных работ и демонстрационного эксперимента) становятся обычными средствами обучения не только в вузе, но и в школе.

Уточнение компетенций или расширение их списка оправданы в том смысле, что в последние годы говорят о цифровых компетенциях применительно к разным профессиональным областям: переводчика, специалиста в области библиотечного дела и т.д.¹⁵ Сегодня ставится вопрос и о специальной цифровой компетенции преподавателя (учителя школы), при этом при всём разнообразии мнений о специфике цифровой компетенции педагога общая тенденция состоит в том, чтобы включать в неё умение интегрировать современные цифровые технологии в процесс преподавания и обучения, а также эффективно их использовать.

Просматривая проспект «Использование интеллектуальных датчиков для стимулирования инноваций в цепочке поставок»¹⁶, можно увидеть рисунок (рис. 1), который, на наш взгляд, наилучшим образом иллюстрирует (представляет аналогию) проектируемые цифровые компетенции в области физики, инженерии и естественных наук.

Попробуем разобраться в аналогии. Существуют явления окружающего мира, информацию о которых мы получаем и анализируем, назовём их по внешним признакам, не детализируя и не объединяя: биологические, химические, электрические, магнитные, электромагнитные, тепловые, оптические, механические (изменение положения, скорости, ускорения). Это то, что на схеме, рис. 1, указано как

¹⁵ Гавриленко Н.Н. Цифровая компетентность — ключевой компонент профессионализма переводчика // Вестник ПНИПУ. Проблемы языкознания и педагогики. — 2018. — № 3. — С. 139–150.

¹⁶ Usingsmartensorsdrivesupplychaininnovation / DeloitteToucheTohmatsuLimited, 2018. — 12 pp. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/process-and-operations/us-cons-smart-sensors.pdf> Дата обращения 6 июня 2020.

¹⁴ «Доверие» к микрокалькулятору как простейшему виду цифровых устройств приводит к тому, что учащийся не задумывается не только о числе значащих цифр ответа, но и о том, ведёт ли он вычисление тригонометрических функций в радианной или градусной мере.

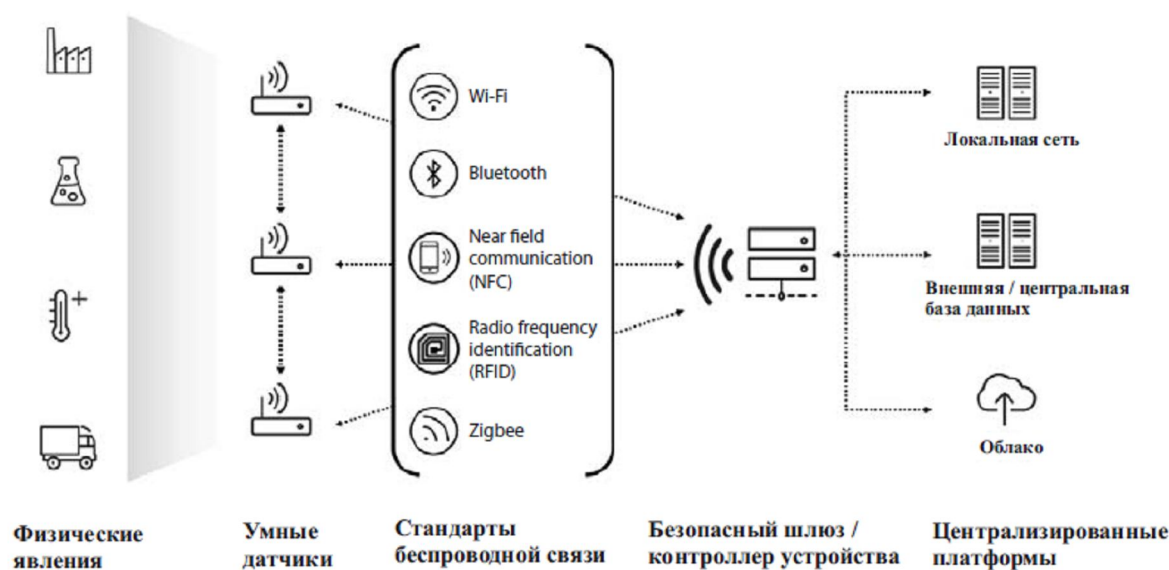


Рисунок 1. Интеллектуальная сенсорная система

«физические явления». В основе работы любого датчика 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. Собственно говоря, в «умном датчике», в широком смысле этого слова, подразумеваемая под датчиком и прибор, измеряющий один параметр, происходит и преобразование, и формирование сигнала, и трансформация его в цифровой код (последнее может быть произведено и дальше по цепочке).

Преобразование одного типа воздействия в другое подчиняется вполне определённым законам: Ампера, Фарадея (электромагнитной индукции) и др., некоторые из которых изучаются в школе, другие — нет. На рис. 1 показаны лишь форматы беспроводной связи, но связь может осуществляться и по проводам, и по оптоволоконным линиям. Следующий блок сочетает в себе функции и фильтра, отсекая шумы и помехи, а также вредоносные сигналы, и контроллера, распределяющего *информацию*. В последних блоках, компьютерах и линиях связи между ними происходит *анализ, хранение, перераспределение информации*, а также, возможно, *формиро-*

вание ответного сигнала, управляющего сигнала.

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»*. Конечно, её можно упростить при обучении в школе применительно к физике, свернув, последние два блока в один: «Хранение и обработка информации», а также, не детализируя, обозначить линии связи: проводная, оптоволоконная, беспроводная.

Если есть составляющая компонента 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. Некоторые из них определяют

приборную ошибку измерения, и необходимо понимать источники приборных ошибок при измерении цифровыми приборами.

Вернёмся к схеме, см. рис. 1, кажется очевидным, что, 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: *проверить достоверность информации*, поскольку работа собственно цифрового преобразователя остаётся для ученика и многих рядовых пользователей чёрным ящиком. Следует в заключение сказать, что проектируемая цифровая компетенция подразумевает расширение содержания естественных наук понятиями, известными учащимся из информатики, такими как *сигнал, шум, информация*.

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

Обучающиеся должны обладать уровнем информационной грамотности, достаточной 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, стимуляторами исследований, поиском справочных данных. Специфичными для физики являются умения по работе с лабораторным оборудованием, оснащённым компьютерными измерительными датчиками и специализированным программным обеспечением по снятию показаний датчиков и обработке данных (расчёты, построение графиков и их аппроксимация).

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.

В настоящей статье мы проанализировали направление деятельности педагогов Европы по разработке и оценке цифровых компетенций, а также высказали предварительные соображения по тому, какая и как должна быть рассмотрена область, охватываемая цифровыми компетенциями, применительно к учебному предмету «Физика».