

УДК 373.3.016+371.68

Андрей Михайлович ВАЛОВ, кандидат педагогических наук, доцент кафедры информационных технологий в образовании Новосибирского института повышения квалификации и переподготовки работников образования, г. Новосибирск; e-mail: valovam@mail.ru

Ольга Геннадьевна ДОМОГАЛЛО, учитель начальных классов и английского языка, руководитель школьного методического объединения учителей начальных классов средней общеобразовательной школы № 206, г. Новосибирск; e-mail: domogallo@yandex.ru

Возможности применения цифровой лаборатории «Архимед» в практике начального образования

В статье представлен анализ возможностей применения цифрового измерительного учебного оборудования в начальном образовании на основе результатов практической опытной работы с цифровой лабораторией «Архимед». Рассматриваются предпосылки использования цифровых лабораторий в общем образовании, инициированные реализацией ФГОС, приводятся практические рекомендации по организации исследовательской деятельности обучающихся на уровне начального образования.

Ключевые слова: федеральный государственный образовательный стандарт начального общего образования (ФГОС НОО), учебное исследование, цифровая лаборатория, самодельные приборы и оборудование, датчик температуры, датчик влажности.

Andrew M. VALOV, candidate of pedagogical sciences, associate professor, Information Technology in Education Department, Novosibirsk Teachers' Upgrading and Retraining Institute, Novosibirsk; e-mail: valovam@mail.ru

Olga G. DOMOGALLO, teacher of primary school and English language, head at the Primary School Methodological Association for Teachers, secondary school No. 206, Novosibirsk; e-mail: domogallo@yandex.ru

The Possibilities of Using Archimedes Digital Laboratory in Primary School

In the article we present the analysis of the possible application of digital measuring of educational equipment in primary school on the basis of the practical experimental work with Archimedes digital laboratory. We consider some preconditions for using digital laboratories in general education, that have been initiated by the implementation of the Federal State Educational Standard, and give practical recommendations on the organization of research work of primary school students.

Keywords: the Federal State Educational Standard of general primary education, educational research, digital laboratory, self-made devices and equipment, temperature sensor, humidity sensor.

Изучать окружающий мир ребенок начинает буквально с первых дней своей жизни. В дошкольном возрасте этот процесс в основном идет без привлечения каких-либо специальных инструментов, приборов, оборудования, но некоторые методы исследования уже осваиваются ребенком — наблюдение, простейшие

измерения и счет, сравнение, проведение несложных экспериментов (под руководством взрослых наставников) и т. д.

На уровне начального образования маленькому исследователю предлагается осваивать специализированные инструменты для изучения окружающего мира: компас, спиртовой термометр, увеличительное стекло. Од-

нако современный уровень развития информационных технологий предъявляет новые требования к результатам обучения, что не позволяет ограничиться знакомством только с аналоговым инструментарием.

Метапредметные результаты освоения основной образовательной программы начального общего образования (ООП НОО) должны отражать использование обучающимися различных способов поиска, сбора, обработки, анализа, организации, передачи и интерпретации информации, а также фиксировать (записывать) в цифровой форме измеряемые величины и анализировать изображения [4, п. 11, с. 8]. В требованиях к предметным результатам освоения ООП НОО указано, что в рамках изучения предметной области «Обществознание и естествознание (окружающий мир)» предполагается освоение доступных способов изучения природы с привлечением таких методов, как наблюдение, запись, измерение, опыт, сравнение, классификация [4, п. 12.3, с. 12].

В пункте 25 текста ФГОС НОО конкретизируются требования к материально-техническому и информационному оснащению образовательной деятельности, которое должно обеспечивать возможность проведения экспериментов с использованием учебного лабораторного оборудования, цифрового (электронного) и традиционного измерения, наблюдений (в том числе микрообъектов), определения местонахождения, наглядного представления и анализа данных [4, с. 28].

Собранные в ходе экспериментов с привлечением оборудования цифрового (электронного) измерения данные, как правило, представляются в числовом виде, часто в форме таблиц, а также графически (графики, гистограммы, диаграммы). Таким образом, в качестве инструмента исследования для детей, получающих начальное образование, наравне с традиционным оборудованием позиционируются цифровые лаборатории (датчики и системы сбора данных), и ребята должны получать возможность работать с цифровым измерительным оборудованием. Но какое именно оборудование следует применять при работе с детьми на уровне начального образования, и, самое главное, как организовать работу с ним на учебных занятиях?

Спектр специализированного оборудования для цифрового измерения, которое можно применять в образовательном процессе начальной школы, сегодня довольно широк — это *einstein™ LabMate*, *einstein™ Tablet+*, *LabDisc*, *Vernier*, «Архимед», лабораторный комплекс «НауРаШа» и др. Многие образовательные организации нашей области уже получили в свое распоряжение подобные цифровые лабораторные комплексы.

В частности, средняя общеобразовательная школа № 206 г. Новосибирска получила возможность применять в образовательном процессе цифровую лабораторию «Архимед», в состав которой входят два датчика (температуры и влажности) и регистратор NOVA-5000.

Само устройство сбора данных NOVA-5000 не потребовало особых усилий по его приведению в рабо-

чее состояние. Первое, что нужно сделать — отвернув пару винтов на крышке, закрывающей батарейный отсек на оборотной стороне корпуса, подсоединить батарею к соответствующему разъему. В противном случае может сложиться впечатление, что аппарат работает только от сети 220 вольт, но это не так.

Затем, включив аппарат через адаптер питания в сеть 220 вольт и предварительно подсоединив к разъему датчик (например, температуры), нажатием кнопки (на передней панели, в нижней ее части) следует запустить операционную систему, тем самым получив доступ к комплекту необходимого программного обеспечения.

Работу с устройством сбора данных нужно начать выбором в меню Пуск → Настройка → Панель управления → Перо, вызвав свойства пера и выполнив затем калибровку экрана, нажать на появляющиеся указатели кончиком стилуса. Выполнив калибровку экрана (процесс очень похож на калибровку интерактивной доски), можно приступить к проведению первых измерений.

Режим одновременного просмотра показаний термометра на шкалах разного типа хорошо демонстрирует разницу в восприятии одних и тех же данных, отображаемых на разных шкалах. Так, на небольшом экране показания цифровой шкалы воспринимаются достаточно легко, тогда как высота столбика на линейной шкале или угол поворота стрелки на круговой шкале требуют более пристального внимания.

С другой стороны, круговые и линейные шкалы измерительных приборов встречаются еще очень часто. Это циферблаты часов, весов, барометров, автомобильных спидометров; градусные линейки термометров и «безменов», миллиметровые и сантиметровые шкалы линеек и рулеток и др. Более того, современные цифровые устройства оснащают дисплеем, который позволяет стилизовать вывод информации под круговые или линейные шкалы, хотя гораздо проще вывести значение в виде числа.

Конечно, цифровая индикация проста и лаконична, легко воспринимаема, но при проведении операций сравнения она начинает проигрывать с точки зрения наглядности и простоты восприятия. Быстро и безошибочно сравнить сектора, ограниченные стрелкой на круговой шкале, или диапазоны на линейной начинающему исследователю порой гораздо проще, чем сравнить числовые значения. Да, с усложнением экспериментов и проведением более «тонких» измерений возврат к цифровой индикации (с долями) будет необходим, но всему свое время.

Также нельзя обойти вниманием и тот факт, что система «датчик + измеритель» является для ребенка своеобразным «черным ящиком». «Как устроен и как работает измеритель? Насколько можно доверять его показаниям?» — эти вопросы очень важны для юного исследователя с целью развития у него критического мышления. Разобрать датчик не получится, да и его

устройство («термопара») поначалу мало поможет понять принцип работы цифрового измерителя обучающимся начальной школы.

Тем не менее убедить ребят в том, что устройство дает верные показания, при этом одновременно продемонстрировав один из старейших принципов работы термометров, вполне возможно. Для этого предложим им сделать термометр своими руками.

Понадобятся небольшого размера стеклянная баночка или бутылочка (пластиковая не подойдет, так как ее стенки легко сжать руками) с крышкой, немного пластилина и трубочка от коктейля (с гофрированной частью). Также пригодятся маркер и немного акварельной краски яркого цвета, небольшой стакан и широкая чашка с теплой водой.

В крышке с помощью взрослых заранее проделывается отверстие чуть больше диаметра трубочки от коктейля. Его можно наметить иглой циркуля и затем расширить острыми кончиками ножниц. Вставив короткую часть (относительно «гофры») трубочки в отверстие, ее закрепляют пластилином так, чтобы он герметично закрыл щели с обеих сторон крышки.

После этого плотно закрываем крышкой баночку, ставим ее на стол и сгибаем «гофру» так, чтобы трубочка расположилась параллельно крышке стола.

Теперь необходимо налить в стакан немного воды и окрасить ее при помощи акварельной краски (чем меньше прозрачность трубочки, тем темнее должна быть вода).

Нагрев баночку в ладонях или чашке с теплой водой (так быстрее), опустим в окрашенную воду кончик трубки и будем придерживать баночку только за крышку. Остывая, воздух в банке заставит часть воды втянуться в трубку.

Вертикальное расположение трубки привело бы к тому, что капля, увлекаемая собственным весом и разницей давлений внутри баночки и вне ее, в итоге оказалась бы внутри банки. Горизонтальное же расположение трубочки позволяет избежать этого нежелательного эффекта.

Как только в трубке окажется небольшая порция окрашенной воды, можно поставить баночку на стол и дожидаться, пока «индикатор» не приблизится к месту сгиба трубки. Маркером можно отметить на трубке место, где в итоге оказалась капля. Если же теперь начать вновь нагревать баночку, то капля поползет по трубке, выдавливаемая расширяющимся в баночке воздухом. По ходу движения капли можно сделать еще несколько пометок маркером — получится простейшая шкала.

Таким образом, создав свой первый аналоговый термометр, ребята на личном опыте убеждаются в наличии зависимости между расположением капли и степенью нагрева самого «термометра». А ведь по подобному принципу работает и спиртовой термометр, только в его трубке отсутствует воздух (чтобы он не мешал расширению спирта), а конец трубки запаян. Отличие состоит и в том, что расширяется в нем именно спирт

(жидкость), а не воздух (газ), как в нашем самодельном «термометре».

Полезно обсудить с учащимися причину такого поведения капли-«индикатора». Рассмотрев выдвинутые ими гипотезы и обратив внимание на то, что воздух состоит из мельчайших частиц — молекул газа, делается совместный вывод, что с повышением температуры движение молекул в банке ускоряется, они сталкиваются друг с другом и стараются покинуть то замкнутое пространство, в которое помещены. Единственный выход — трубка, а препятствие — капля воды в ней. При помощи учебного видеофильма, анимации, средств интерактивной доски данный факт иллюстрируется учителем.

Далее можно предложить ученикам рассмотреть спиртовой термометр. Поместив термометр в чашку с теплой водой, учитель (например, при помощи документ-камеры) показывает всему классу, как начинает подниматься столбик термометра, фиксируя температуру. Может возникнуть вопрос: «Почему бы не предоставить ребятам возможность сразу самим измерить температуру термометром?». Однако для начала следует предложить им еще немного порассуждать. На экране или интерактивной доске при помощи проектора располагаем две картинки: на одной — зимний пейзаж, на второй — летний. На вопрос учителя о том, где сейчас холоднее, дети однозначно дадут ответ: «Там, где снег». Почему? Потому что об этом говорит их жизненный опыт, это для них очевидный факт.

Далее демонстрируем еще две картинки — на одной изображена, например, только что вынутая из горна раскаленная подкова, на второй — она же, но уже остывшая, темная. Что горячее? Конечно, светящаяся подкова, ведь огонь ассоциируется с жаром, теплом.

Опять помогает жизненный опыт, что в дальнейшем подтверждается изучением следующих двух картинок: с бодрым и веселым человечком на одной, и с больным и покрасневшим — на другой. Но тогда почему врач обязательно измеряет температуру у больного? Наверное, потому, что далеко не всегда по внешним признакам можно с требуемой точностью и однозначностью определить температуру, тут необходим измерительный инструмент.

Так же, как на «глаз» не всегда можно отмерить кусок доски при строительстве, и приходится привлекать измерительный инструмент — линейку, так и температуру порой нужно именно измерять, используя соответствующие приборы.

Показав пару совершенно одинаковых утюгов или пару разноцветных чашек, мы подкрепляем уверенность ребят в том, что однозначно ответить на вопрос, что горячее или холоднее, по одной только картинке не получается. Нужно провести опыт, хотя бы просто дотронувшись до утюга или чашки. Но это опасно, ведь можно и обжечься! Тут на помощь исследователю и приходят термометры — средства измерения температуры.

Итак, перед учащимися на столах две одинаковые чашки — одна с холодной водой, вторая — с теплой. Уже просто прикоснувшись рукой к чашкам, можно произвести сравнение температур на качественном уровне — тут теплее, тут холоднее. Но у разных людей разный порог чувствительности, поэтому применим термометр. Поместив его в прохладную чашку, дождемся остановки столбика и запишем показания (пусть даже приблизительно, без учета мелких делений шкалы). Затем термометр опускаем в теплую чашку, и через некоторое время вновь фиксируем показания. Итак, столбик термометра стал выше, числовое значение показаний тоже увеличилось.

А теперь раздаем ребятам заранее настроенные измерители. Помещая датчик сначала в прохладную, а затем — в теплую воду, дети видят числовые значения температур, вполне адекватные тем, что были получены при помощи спиртового термометра (в идеале измерение аналоговым и цифровым термометром нужно производить в каждой из чашек одновременно).

Таким образом, убедившись на личном опыте, что термометр спиртовой и цифровой одинаково применимы для измерения температуры, обучающиеся могут продолжить дальнейшее изучение данного физического свойства, смело используя любой из этих приборов.

Наличие в стандартной поставке лаборатории «Архимед» всего двух датчиков может показаться фактором, существенно ограничивающим возможности его применения. На самом деле даже с одним только датчиком температуры можно провести целый ряд увлекательных опытов, расширяющих горизонты познания природы. В англоязычном методическом пособии «Let's Go! Investigating Temperature» [5] авторы (Патриция Д. Моррелл, Труды Митчелл) раскрывают возможности инструментария Vernier применительно к начальному образованию на примере проведения десяти опытов, связанных с измерением температуры при помощи датчика и системы сбора данных. Производственно-консультационная группа «Развитие образовательных систем» в 2011 году выпустила русскоязычный перевод данной книги в формате брошюры (научный консультант — Виктория Анатольевна Самкова, кандидат педагогических наук, ведущий научный сотрудник Института содержания и методов обучения РАО) под названием «Начинаем изучать! Исследуем температуру» [1].

В пособии представлены такие эксперименты, как измерение теплоты ладоней, измерение температуры воды, изучение изменений температуры воздуха в течение суток, связь изменения температуры и агрегатных состояний воды, изучение теплоизоляторов и создание термоса, знакомство с эндотермической химической реакцией. Несмотря на то, что книга ориентирована на пользователей оборудования Vernier, она весьма полезна при организации экспериментов с привлечением других цифровых лабораторий. В пособии подробно излагаются цели и задачи каждого эксперимента, необ-

ходимые материалы и оборудование, этапы исследования (включая обязательные — выдвижение гипотез и анализ полученных данных), приведены таблицы для заполнения обучающимися, краткий методический анализ эксперимента для учителя. Но следует учесть, что в описании экспериментов имеются и моменты, требующие особого внимания со стороны педагогов.

Так, в эксперименте № 6 «Как сохранить и тепло, и холод. Сравниваем изоляторы» (в оригинале «Hold Everything! Comparing Insulators») ребятам дается задание определить степень теплопроводности двух разных материалов. Но тут не берется в расчет влияние теплоемкости на первоначальное изменение температуры. Например, если налить горячую воду в холодный термос, кратковременное снижение первоначальной температуры не будет говорить о низких теплоизолирующих свойствах термоса. Поэтому желательно, чтобы полезный объем чашек был одинаков, равно как и объем налитой в них воды. Влияние теплоемкости можно обсудить с детьми при выполнении эксперимента № 7 «Удерживаем холод! Делаем термос сами» (в оригинале «Keepin' it Cool! Design Your Own Thermos»).

Эксперимент № 10 «Классная реакция! Взаимодействие пищевой соды и уксуса» (в оригинале «Cool Reaction! The Reaction of Baking Soda and Vinegar») предлагает ученикам познакомиться с эндотермической химической реакцией соды и уксуса (с фиксацией факта понижения температуры смеси). Однако данный эксперимент можно успешно провести при помощи обычной лимонной кислоты, несколько повысив тем самым уровень безопасности эксперимента.

В чашку наливается вода комнатной температуры и засыпается сода, после ее перемешивания и растворения измеряется начальная температура смеси, и результат вносится в таблицу. Тут необходимо учесть, что, смешивая с содой простую воду (недистиллированную), мы уже получим небольшое снижение температуры благодаря изначальному наличию в воде определенных химических элементов. Затем в смесь добавляется лимонная кислота, и при помощи кнопки с изображением зеленого бегущего человечка на панели инструментов среды MultyLab устройства NOVA-5000 включается режим сбора данных.

Через 50 секунд (стандартная длительность замера) итоговое значение температуры вносится в таблицу, а автоматически построенный при этом график на экране устройства сбора данных позволяет изучить изменение температуры от времени.

Внеся небольшие изменения в данный опыт, можно продемонстрировать обратную, экзотермическую реакцию — с выделением теплоты. Достаточно взять обычный порошок для машинной стирки (желательно с «активным кислородом») и смешать с водой. Температура смеси повысится достаточно существенно — на несколько градусов Цельсия. Кстати, смешение с водой детского стирального порошка для ручной стирки такого эффекта не дает, что, впрочем, вполне ожидаемо.

Пример экзотермической реакции продемонстрирует ребятам, что выделение теплоты возможно не только при сгорании топлива (нагревание на газовой печи или свече, спиртовке) или прохождении тока через спираль нагревательного элемента (электроплита, паяльник, утюг), но и в результате химической реакции. Подобное нагревание смеси происходит при гашении извести, при ржавлении металлических опилок и др.

Стоит отметить, что попытка продемонстрировать одновременно графики изменения температуры для обоих видов реакций привели к неожиданному результату — точка отсчета для одного из графиков начинает смещаться произвольным образом, когда система начинает «вписывать» графики в окно просмотра. Этот момент необходимо учитывать учителю при организации исследований с использованием NOVA-5000.

Датчик влажности, входящий в стандартный комплект лаборатории «Архимед», в сочетании с датчиком температуры можно с успехом применять для изучения содержания воды в выдыхаемом воздухе, зависимости интенсивности испарения воды от степени ее нагрева и даже для демонстрации парникового эффекта.

Последний эксперимент очень прост и одновременно нагляден. Из дополнительного оборудования понадобится только полиэтиленовый пакетик (например, для пищевых продуктов) и тесьма. Сначала испытуемый зажимает пальцами левой руки датчик температуры, а рядом с датчиком температуры размещают датчик влажности и через минуту снимают показания обоих датчиков. По истечении еще одной минуты снятие показаний повторяют, занеся результаты измерений в соответствующую таблицу. После на руку испытуемого надевается полиэтиленовый пакетик, провода датчиков выводятся наружу вдоль рукава, и пакет плотно обвязывается тесьмой. В последующие две минуты показания обоих датчиков вновь заносятся в таблицу. Анализ данных приведет ребят к выводу, что наличие пакета вызывает повышение и влажности, и температуры. Подобный процесс мы можем наблюдать не только в теплицах, но и в глобальном масштабе.

Конечно, применение дополнительных датчиков существенно расширит возможности проведения экспериментальной, исследовательской работы обучающихся. При помощи цифровой лаборатории можно познакомиться с процессом фотосинтеза (датчик кислорода и/или углекислого газа), изучить уровень зашумленности класса (датчик громкости звука), измерить кислотность и оценить полезность различных напитков (датчик pH), измерить частоту сердцебиения (датчик частоты сердечных сокращений) и др.

В составе предоставленной в наше распоряжение цифровой лаборатории «Архимед» находилось всего лишь два датчика, а устройство сбора данных NOVA-5000 было оснащено уже несколько устаревшим

программным обеспечением (Windows CE), но применять данный комплект на практике оказалось вполне возможным, решая при этом ряд весьма важных с точки зрения ФГОС образовательных задач.

В процессе опытной работы была произведена попытка использовать устройство сбора данных как адаптер для подключения датчиков к персональному компьютеру (через USB-порт). Но на компьютерах с операционными системами Win7 и Win8 сделать это не получилось — устройство не определялось имеющимся драйвером. С другой стороны, для обучающихся начальных классов применять только устройство сбора данных будет, возможно, даже удобнее — экономится место на столе, снижается вероятность повреждения оборудования при работе с сыпучими или жидкими материалами.

Демонстрация возможностей цифровой лаборатории, обсуждение дидактических возможностей ее применения в начальном образовании на методическом объединении учителей начальных классов школы № 206 воодушевили педагогов, вселили уверенность в том, что цифровые средства обучения, применяемые вкупе с традиционными, являются собой действенный инструмент реализации требований ФГОС, а самое главное — позволяют помочь обучающимся взглянуть на окружающий мир глазами будущего ученого, вовлечь их в активную познавательную, исследовательскую деятельность с применением современных средств ИКТ как в рамках изучения предмета «Окружающий мир», так и во внеурочной деятельности.

Список литературы

1. *Начинаем изучать! Исследуем температуру.* URL: <http://www.ros-group.ru/products/manual/3631> (дата обращения: 26.05.2016).

2. *Приказ Минобрнауки России от 31.12.2015 г. № 1576 «О внесении изменений в федеральный государственный образовательный стандарт начального общего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Рос. Федерации от 6 октября 2009 г. № 373».* URL: <http://минобрнауки.рф/документы/8033> (дата обращения: 26.05.2016).

3. *Примерная основная образовательная программа начального общего образования.* URL: <http://fgosreestr.ru/registry/primernaya-osnovnaya-obrazovatel'naya-programma-nachalnogo-obshhogo-obrazovaniya-2> (дата обращения: 26.05.2016).

4. *Федеральный государственный образовательный стандарт начального общего образования: текст с изм. и доп. на 2011 г./ М-во образования и науки Рос. Федерации.* М.: Просвещение, 2011. 33 с.

5. *Let's Go! Investigating Temperature.* URL: <http://www.vernier.com/products/books/elb-temp> (дата обращения: 26.05.2016).