ИСТОРИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ НА НАЧАЛЬНОМ ЭТАПЕ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ

The measuring instruments' history in the beginning of physics learning

Попова Татьяна Николаевна, *доктор педагогических наук, профессор, заведующий кафедрой математики, физики и информатики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Керченский государственный морской технологический университет».*

ptn1311@yandex.ru

Освоение методов измерения физических величин будет для школьников более интересным при одновременном ознакомлении с историей создания, развития измерительного инструментария и при восстановлении имен его авторов.

В работе рассматриваются примеры из истории создания измерительной линейки, нониуса, штангенциркуля, термометров и часов. Даны примеры вопросов и заданий для учащихся, вызывающих интерес к дальнейшему изучению физики.

Mastering of methods for measuring of physical quantities will be more interesting for the students while reading the history, development of measuring tools and learning their authors.

We consider examples from the history of the measuring ruler, nonius, vernier calipers, thermometers and watches. There are examples of questions and tasks for students which causing interest in further study of physics.

Ключевые слова: **обучение физике, физические измерения, история создания измерительных приборов.**

Keywords: **teaching physics, physical measurements, history of creation of measuring tools.**

В истории изучения каждого природного явления есть первооткрыватель, физического закона – автор, у теории – история развития. У каждого прибора имеется имя его создателя, своя история развития и применения человеком.

Проведенный нами анализ периодических изданий, учебников физики и методических пособий разных лет позволил нам сделать несколько обобщений. Пособия Я. Г. Дорфмана, В. А. Ильина, О. Ф. Кабардина, Г. Г. Кордуна, П. С. Кудрявцева, Ю. А. Храмова и других историков науки содержат, в основном, не достаточно подробные биографии великих физиков, материал из истории создания физи-

ческих теорий, основные исторические опыты. В них нет сведений обо всем известных «мелких» приборах и устройствах, истории их создания и практического применения. Это не удивительно. Любое пособие не может иметь бесконечный объем. Именно поэтому внимание фокусируется на фундаментальных фактах истории физики.

Многочисленные авторы современных учебников и пособий (С.М. Андрюшечкин, Ф.Я. Боженова, Н.Е. Важевская, Л.Э. Генденштейн, О.Ф. Кабардин, А.Б. Кайдалов, Е.А. Кирюхина, Н.М. Кирюхин, Е.В. Коршак, А.И. Ляшенко, Н.С. Пурышева, В.Ф. Савченко, В.Д. Сиротюк и многие другие) уделяют основное внимание программному материалу, который в своем содержании также несет фундаментальный характер. В том числе, учебники и пособия содержат много экспериментального материала, связанного с измерением физических величин и применением различного оборудования при демонстрации физических опытов, восстановлении физических явлений, выполнении лабораторных работ.

Школьные учебники в своем большинстве называют авторов формул, законов, некоторых приборов. Но, следует отметить, что с течением времени их учебников исчезли имена многих авторов экспериментов, создателей приборов и инструментов.

В то же время современное содержание школьной «Физики» предполагает целостность процесса обучения, воспитания и развития учащихся. Чтобы цели изучения предмета были достигнуты, учитель физики должен разрушить у школьников психологический барьер перед строгими и абстрактными физическими знаниями. Ему помощником при этом будет обучение, направленное на формирование у учеников восприятия физических знаний как части культурного достояния цивилизации, что и порождает интерес к изучению предмета.

Именно поэтому **цель** данной работы состоит в рассмотрении на уроках некоторых примеров из истории измерительного оборудования, а также по восстановлению имен его создателей на начальном этапе изучения физики.

Изучение физики в школе начинается с обучения учеников пользоваться различными измерительными инструментами – линейкой, штангенциркулем, термометром, часами, метрономом, секундомером и их шкалами. Рассмотрим несколько примеров по истории создания инструментов и приборов, как в процессе изучения, так и при закреплении полученных знаний.

Измерение линейных размеров тел. До изучения физики в школе школьники уже измеряли линейные размеры предметов. С помощью **линейки** удобно ознакомить учеников с видами шкал измере-

ния. Одновременно им будет интересно узнать, что первая линейка с сантиметровой шкалой была изготовлена во времена французской революции (1789-1799). Латунный «республиканский метр» был равен 1/40000000 доли длины Парижского меридиана, который был измерен и вычислен с помощью 115 треугольников на прямом участке между Дюнкерком и Барселоной. В дальнейшем, чтобы измерения «республиканским метром» стало удобным, его стали изготавливать из дерева и с сантиметровой шкалой [3].

С XVI века в России тоже применяли железные и деревянные линейки, но длиной, равной аршину (70,90 см), который стал официальной мерой длины только в 1899 году [там же].

Следующий по возможностям, простоте и более высокой точности измерения линейных размеров и глубины отверстий инструмент – **штангенциркуль.**

История штангенциркуля начинается еще с бронзового века. Доказательством тому являются бронзовые инструменты, найденные при раскопках на территории Китая [11]. Об использовании штангенциркуля в древности нас убеждают и деревянные штангенциркули, обнаруженные при поднятии из моря затонувшего древнего египетского судна. Они не имели шкалу нониуса, но были достаточно точными [10].

Точность измерений штангенциркулем повысилась с добавлением вспомогательной шкалы – **нониуса** – для определения количества долей делений основной шкалы. Нониус впервые был описан средневековым персидским учёным, философом и врачом, последователем Аристотеля – Авиценной – Абу Али ибн Синой (980-1037). Ученый использовал тот факт, что человеческий глаз гораздо точнее замечает совпадение делений, чем определяет их относительное расположение [6].

Нониус представляет собой маленькую линейку, скользящую вдоль масштаба и снабженную минимум 10 делениями, общая длина которых равна 9 делениям основной шкалы. Одно деление нониуса равно 9/10 одного деления масштаба. Современные нониусы есть и более точные.

«Нониус» назван в честь португальского математика Педру Нуниша (1502-1578) – специалиста по навигационному оборудованию, за что фигура П. Нуниша изображена на памятнике первооткрывателям в Лиссабоне. Он изобрёл несколько другую конструкцию нониуса, но измеряющего по тому же принципу.

Современная конструкция шкалы нониуса была предложена в 1631 году французским математиком и изобретателем Пьером Верньe

(1580-1637) при создании квадранта – астрономического инструмента для определения высоты светила [там же].

В зависимости от способа снятия показаний современные штангенциркули бывают: нониусные; циферблатные и цифровые.

По таким кратким сообщениям возможен диалог учеников с учителем или между учениками при ответах на следующие вопросы учителя:

- Почему первая измерительная линейка называлась «республиканским метром»?
- Какую долю парижского меридиана составляет сантиметр?
- Можно ли назвать штангенциркуль прибором Авиценны? Устройством Нуниша? Конструкцией Вернье? Пояснить свой ответ.

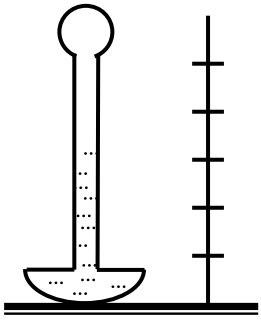

Рис. 1. Термоскоп Г. Галилея

Измерение температуры. В работе [5] нами показана занимательная история создания приборов для измерения температуры – **термометров**. История создания таких устройств начинается в 1593 году, когда Г. Галилей (1564-1642) изобрел **термоскоп** – водный термометр, который определял относительные температурные изменения, так как в нем еще не использовалась температурная шкала. Итальянский врач С. Санторайо (1561-1636) предложил ввести в прибор Г. Галилея числовой масштаб (рис. 1).

В XVII веке флорентийский ученый Э. Торричелли (1608-1647), использовав явление расширения спирта при нагревании, создал первый жидкостный термометр, показания которого не зависели от атмосферного давления. Но данные приборов разных исследователей не увязывались между собой, так как в те времена в градуировке температурных шкал не было единой системы.

Чтобы данные измерений температуры были приведены в нужное соотношение, в 1694 году итальянский физик и математик К. Ренальдини (1615-1698) предложил за две крайние точки взять температуры плавления льда и кипения воды, разделив этот промежуток температур на 12 делений.

Немецкий физик Д. Фаренгейт (1686-1736) в 1714 году изготовил ртутный термометр с тремя фиксированными точками: $32°F$ – температура замерзания солевого раствора, $96°F$ – температура тела человека, $212°F$ – температура кипения воды. Таким термометром в США пользуются и сейчас.

В 1730 году французский ученый Р. Реомюр (1683-1757) изготовил водно-спиртовой (5:1) термометр, получив расширение раствора от точки замерзания до точки кипения воды как 1000:1080. Поэтому его термометр был со шкалой от 0° (температуры плавления льда) до 80° (температуры кипения воды при нормальном атмосферном давлении).

В 1742 году шведский ученый А. Цельсий (1701-1744) предложил для ртутного термометра шкалу с интервалом от температуры кипения воды (0°) до температуры таяния льда (100°). Для удобства использования этой шкалы другие шведские ученые астроном М. Штремер (1707-1770) и биолог К. Линней (1707-1778) поменяли крайние точки местами [9, 64-88].

К концу XVIII века немецкий астроном, математик, физик, философ И. Ламберт (1728-1777) в своих работах говорил о девятнадцати различных температурных шкал [8, 87].

По данному материалу интерес учащихся будет поддерживаться в процессе поиска и обоснования ответов на нижеследующие вопросы.

- Названия шкал термометров носят названия своих авторов. Можно ли ртутный термометр назвать термометром Цельсия?
- Корректно ли называть спиртовой термометр термометром Цельсия?
- Объясните, почему для некоторых измерений шкала Фаренгейта все-таки является предпочтительней и в наши дни. Назовите, для каких видов измерений она удобна?
- Найдите в информационных источниках данные о жидкостном термометре М. В. Ломоносова. Почему не нашел дальнейшего практического применения его жидкостный термометр со шкалой со 150 делениями от температуры плавления льда до температуры кипения воды?
- Можно ли назвать термометр, с помощью которого мы измеряем температуру своего тела, градусником Штремера или Линнея? Чьим именем вы бы назвали термометр, которым мы измеряем температуру тела?
- Немецкий физик, философ, математик И. Ламберт (1728-1777) создал воздушный термометр со шкалой, где один градус равнялся одной тысячной части расширения объема воздуха. Что, по вашему мнению, помешало этой шкале стать общепринятой?
- Какое физическое явление с помощью железного бруска в 1747 году использовал голландский физик П. Мушенбруг (1692-1761) для измерения температуры плавления металлов?

Измерение времени. Часы – еще одно из наиважнейших изобретений человека. Само слово «часы» появилось в XIV веке и в переводе с латинского означало «звонок», а с английского «колокол».

В древности люди не мели возможности устанавливать точное время, но по Солнцу они определяли утро, день, вечер; по положению Луны судили примерно о времени ночи. Около 5 тысячи лет назад появились первые часы – **солнечные**, в которых использовались законы геометрической оптики.

Примерно в 1400 году до н.э. древние египтяне изобрели **водяные часы** – «клепсирда». Они состояли из двух сосудов с метками, наполненных водой, установленных на разных уровнях и соединенных трубой. По трубе вода из верхнего сосуда медленно перетекала в нижний, и по меткам определяли время. Автор этого изобретения неизвестен.

В III веке до н.э. греческий изобретатель, математик и механик Ктесибий (285-222 год до н.э.) усовершенствовал водяные часы (рис. 2). В них вода капала из верхнего сосуда в нижний, в котором находился проградуированный поплавок, по мере подъёма которого из сосуда устанавливалось время [8, 57].

В конце XVIII – начале XIX веков для измерения времени использовали **метроном**, созданный немецким механиком, пианистом, педагогом И. Н. Мельцелем (1772-1838).

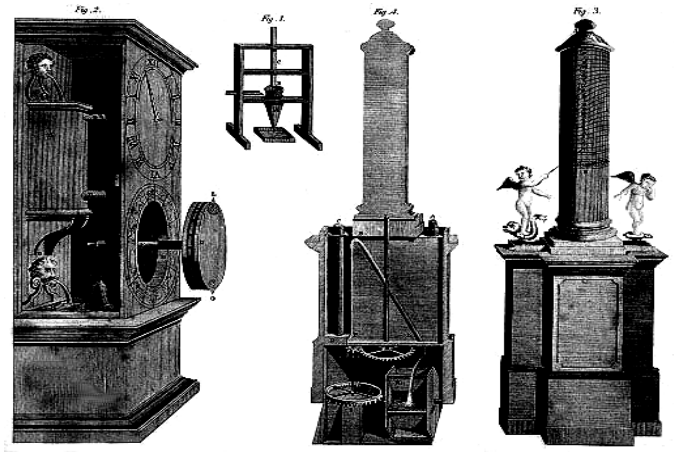

Рис. 2. Водяные часы Ктесибия

Считается, что механические часы были изобретены монахом Гербертом из Оверни (ок. 950-1003) в конце X века. Но его часы не стали популярными. Полагают, что первые часовые механизмы появились в Англии во второй половине XIII века, а во Франции первым их изготовил Пьер Пипенар (годы жизни не известны) в 1300 году [4].

Первое письменное упоминание о часах, как об устройстве мы встречаем в знаменитой «Божественной комедии» (1307-1321) итальянского поэта Данте Алигьери (1265-1321). Вот как в переводе М. Лозинского (1892) звучит строфа 13 (Песнь двадцать четвертая):

«… И как в часах колеса ходят сами,
Но в первом – ход неразличим извне,
А крайнее летит перед глазами …»

Первые **башенные часы** были построены в 1335 году в Милане [8, 58], а **корабельный хронометр** – английским изобретателем, часовщиком-самоучкой Дж. Гаррисоном (1603-1776) в 1765 году [2, 14]. Морской хронометр позволил решить проблему точного определения долготы в длительных морских путешествиях, за что часовщик получил награду в 20 тысяч фунтов стерлингов от Парламента Великобритании [4].

В 1354 году на Страсбургском соборе установили часы с курантами, отбивающими каждый час. В 1374 году генуэзцы установили башенные часы в Кафе (современный г. Феодосия в Крыму). Эти часы были первыми часами на территории будущей Российской империи. В 1404 году монах Лазарь Сербин (сербский монах из Афона) установил первые башенные часы в Московском Кремле.

В конце XVI века Г. Галилей, наблюдая движение лампад в Пизанском соборе, установил, что периоды колебаний лампад зависят от длины цепей, на которых они подвешены. Так появилась идея маятниковых часов, которая в 1657 году была осуществлена нидерландским механиком, физиком, математиком, астрономом и изобретателем Х. Гюйгенсом (1629-1695). Его часы имели большую точность, как и колебательный механизм английского естествоиспытателя, экспериментатора, архитектора Р. Гука (1635-1703). В часах англичанина уже использовался балансировочный механизм [4].

Интересна история изобретения **секундомера**, необходимость в котором испытывали врачи для определения пульса – вызванные работой сердца количество колебаний в сосудистой системе в единицу времени.

Английский врач Дж. Флойер (1649-1734) изобрел портативный инструмент, устроенный таким образом, чтобы измерять пульс в течение одной минуты – секундомер. В 1707 г. в продажу поступили

первые часы, у которых были секундная стрелка и кнопка для ее остановки. С этого времени в медицине измерение пульса стало стандартной процедурой [7].

Задания и вопросы, требующие анализа и обобщения материала из истории науки, поддержат интерес школьников к изучению физики.

- Нарисуйте или восстановите в виде модели водяные часы Ктесибия? Возможно ли по ним измерять время уроков и перемен в школе?
- Как с помощью метронома Мельцеля можно измерять время?
- Как метроном Мельцеля применяется в наше время?
- Корабельный хронометр Гаррисона до сих пор можно встретить на некоторых судах вместе с другими несовременными навигационными приборами. Ими пользуются судоводители в случае отказа компьютерного оборудования. Как моряки работают с хронометром Гаррисона?
- Известно, что впервые письменное упоминание о часовом механизме встречается в «Божественной комедии» Д. Алигьери. Найдите в литературе более поздние цитаты о часах и других измерительных инструментах.
- Когда башенные часы появились в России?
- Чьим именем будет корректнее назвать маятниковые часы: Галилея, Гюйгенса или Гука? Возможно ли историческое название «маятниковые часы Галилея-Гюйгенса-Гука»? Как бы вы, используя исторический материал, назвали маятниковые часы? Обоснуйте свой ответ.
- Если вам предложат воспользоваться устройством Флойера, что вы будете измерять?
- Рационально ли измерять устройством Флойера время уроков? Обоснуйте свой ответ.

Список вопросов и заданий является открытым для методического поиска. Их целесообразность устанавливается учителем. Они могут корректироваться в зависимости от психолого-педагогических особенностей и учебно-познавательных интересов каждого школьника и класса в целом, методических предпочтений учителя, возможностей кабинета физики и т.д.

С другой стороны, такие вопросы и задания направлены на формирование интереса учеников к изучению физики. Так в процессе обучения физике они не только овладевают программным материалом, предусмотренным содержанием физического образования. Учебный материал культурно-исторической направленности помогает школьни-

кам воспринимать научные знания как наследие, оставленное нам многовековым трудом ученых.

Оппоненты могут апеллировать к недостаточности учебного времени, которого часто не хватает на освоение программного материала. На это замечание мы отвечаем, что маленькое учительское отступление в историю науки, рассчитанное на 1-2 минуты и позволяющее учителю физики провести увлекательный урок, раскрывает роль, значение и вклад человека и его деятельности в развитие науки и цивилизации. Кроме этого, следует заметить, материал культурно-исторической направленности к уроку может быть подготовлен учениками как небольшое сообщение.

Таким образом, в соответствии с вышесказанным можно сделать следующие **выводы.** Освоение школьниками методов измерения физических величин будет для школьников более интересным при одновременном ознакомлении с историей создания и развития измерительного инструментария, а также при восстановлении имен его авторов.

Научные знания, знания об истории изобретений погружают учащихся в культуру соответствующей исторической эпохи, вызывая чувство причастности к временам научных открытий и изобретений. Ученики в начале изучения «Физики» не только осознают значимость использования приборов для измерения различных величин в научных исследованиях и нашей жизни. Они «испытывают взаимосвязь» с научным творчеством, что и порождает желание изучать физику сейчас и в дальнейшем.

Использование физического материала культурно-исторической направленности на уроках выявляет проблему поиска такого материала, что порой занимает очень много времени. Поэтому перспективу дальнейших наших исследований мы видим в поиске, анализе, систематизации исторического материала по созданию и развитию физических приборов и экспериментов, в восстановлении имен их создателей с целью дальнейшей публикации в виде статей и учебного пособия.

🕮 БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гаррисон,_Джон. [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/ Гаррисон,_Джон
2. Гримзель Э. Курс физики для студентов, преподавателей и для самообразования. Ч. 1: Физические измерения. Механика. Физика молекулярных сил. Пер. под ред. проф. А. Бачинского. М.-Л. : Гос. издательство, 1929. 556 с.

3. История развития приборов и инструментов для линейных измерений [Электронный ресурс]. URL: http://dopusk.net/?page_id =1707
4. Кто изобрел часы? История изобретения часов от древности до наших дней [Электронный ресурс]. URL: http://www.rutvet.ru/in-kto-izobrel-chasy-istoriya-izobreteniya-chasov-ot-drevnosti-do-nashih-dney-7951. html
5. Маслєннікова Д. Ю., Попова Т. М. Використання елементів музейної педагогіки під час проведення лабораторних робіт // Педагогічний пошук: науково-методичний вісник ВІППО. – Луцьк : ВІППО, 2012. – Вип. 6. – С. 53-64.
6. Нониус [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.
7. Секундомер [Электронный ресурс]. URL: http://www.03-ektb.ru/emainmenu-2/history-smp1/velikie-meditsinskie-otkrytiya/7229-sekundomer
8. Храмов Ю. А. Биография физики : хронологический справочник. К. : Техника, 1983. 344 с.
9. Храмов Ю. А. Физики : биографический справочник. К. : Наукова думка, 1977. 509 с.
10. Штангенциркуль [Электронный ресурс]. URL: https://sites.google.com/site /virtualnaatetradpotehnologii/sozdanie-izdelij-iz-konstr ukcionnyh-materialov/8-stangencirkul
11. Штангенциркуль: назначение, применение [Электронный ресурс]. URL: http://pandia.ru/text/78/058/47845.php

References

1. Garrison_Djon [Elektronnyy resurs]. URL: https://ru. wikipedia.org/wiki/ Garrison,_Djon
2. Grimzel E. Kurs fiziki dlya studentov, prepodavateley i dlya samoobrazovaniya. Ch. 1: Fizicheskie izmereniya. Mehanika. Fizika molekulyarnyh sil. Per. pod red. prof. A. Bachinskogo. M.-L. : Gos. izdatelstvo, 1929. 556 s.
3. Istoriya razvitiya priborov i instrumentov dlya lineynyh izmereniy [Elektronnyy resurs]. URL: http://dopusk.net/?page_id=1707
4. Kto izobrel chasy? Istoriya izobreteniya chasov ot drevnosti do nashih dney [Elektronnyy resurs]. URL: http://www.rutvet.ru/in-kto-izobrel-chasy-istoriya-izobreteniya-chasov-ot-drevnosti-do-nashih-dney-7951. html
5. Maslennikova D. Yu., Popova T. M. Vykorystannya elementiv muzeynoyi pedagogiki pid chas provedennya laboratornyh robit //

Pedagogichnyy poshuk: naukovo-metodichniyy visnik VIPPO. – Lutsk : VIPPO, 2012. – Vyp. 6. – S. 53-64.
6. Nonius [Elektronnyy resurs]. URL: https: //ru.wikipedia.
7. Sekundomer [Elektronnyy resurs]. URL: http://www.03-ektb.ru/emainmenu-2/history-smp1/velikie-meditsinskie-otkrytiya/7229-sekundomer
8. Hramov Yu. A. Biografiya fiziki : hronologicheskiy spravochnik. K. : Tehnika, 1983. 344 s.
9. Hramov Yu. A. Fiziki : biograficheskiy spravochnik. K. : Naukova dumka, 1977. 509 s.
10. Shtangencirkul [Elektronnyy resurs]. URL: https://sites.google.com/site/ virtualnaatetradpotehnologii/sozdanie-izdelij-iz-konstr ukcionnyh-materialov/8-stangencirkul
11. Shtangencirkul: naznachenie, primenenie [Elektronnyy resurs]. URL: http://pandia.ru/text/78/058/47845.php