



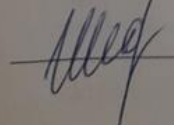
МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГУМАНИТАРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ»)


ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ, ФИЗИКИ, ИНФОРМАТИКИ  
КАФЕДРА ФИЗИКИ И МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ


Формирование измерительных умений при изучении физики в основной школе

Выпускная квалификационная работа  
по направлению 44.03.05 Педагогическое образование  
Направленность программы бакалавриата «Физика. Математика»

Проверка на объем заимствований:  
62,21 % авторского текста  
Работа рекомендована к защите  
«18» марта 2023 г.  
зав. кафедрой ФиМОФ

 Шефер О.Р.

Выполнила:  
студентка группы ОФ-513/084-5-1  
Кушаева Людмила Руслановна 

Научный руководитель:  
преподаватель кафедры ФиМОФ  
Антонова Надежда Анатольевна 

Челябинск  
2023

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1. РОЛЬ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ УМЕНИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ФИЗИКИ В ОСНОВНОЙ ШКОЛЕ .....	5
1.1 ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ УМЕНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ФИЗИКИ В ОСНОВНОЙ ШКОЛЕ.....	5
1.2 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ УМЕНИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ФИЗИКИ В ОСНОВНОЙ ШКОЛЕ .....	16
ВЫВОДЫ ПО 1 ГЛАВЕ.....	26
ГЛАВА 2. ФОРМИРОВАНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ УМЕНИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ФИЗИКИ В ОСНОВНОЙ ШКОЛЕ.....	27
2.1 ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ УМЕНИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ФИЗИКИ В ОСНОВНОЙ ШКОЛЕ.....	27
2.2 АНАЛИЗ ФОРМИРОВАНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ УМЕНИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ФИЗИКИ В ОСНОВНОЙ ШКОЛЕ.....	43
ВЫВОДЫ ПО 2 ГЛАВЕ.....	44
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	46
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	48
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	53

## ВВЕДЕНИЕ

В современной школьной практике ученик сталкивается с различными видами экспериментов, такими как демонстрационные и лабораторные опыты. Наиболее важную роль в курсе физики играют лабораторные работы. Они имеют практико-ориентированный характер, благодаря чему учащиеся могут на опыте пронаблюдать закономерности явлений, законы, пройденные ранее. Здесь ученик сталкивается с необходимостью не только наблюдать и делать выводы, но и правильно измерять и обрабатывать результаты, определять значение величины.

В ФГОС ООО представлены требования к планируемым результатам, в которых выделяют три основных типа: предметные, метапредметные, личностные. К предметным умениям относят наблюдения физических явлений, проведения опытов, простых экспериментальных исследований, прямых и косвенных измерений с использованием аналоговых и цифровых измерительных приборов, понимание неизбежности погрешностей любых измерений, что невозможно без наличия измерительных умений.

Данная проблема рассматривается в работах следующих авторов: А.В. Усова, А.А. Бобров, С.И. Кабардина, В.А. Третьякова, Л.И. Анциферов, А.В. Карпушев, Л.М. Свирская, Т.Г. Красикова и в других. С.И. Кабардина и Н.И. Шефер разработали элективный курс «Измерения физических величин», целью которого является предоставление учащимся возможности удовлетворения интереса к изучению практических приложений физики при проведении самостоятельных экспериментов и исследований. А.В. Усова и А.А. Бобров предлагают методы формирования у учащихся самостоятельно наблюдать, ставить опыты, производить измерения. Л.И. Анциферов большое внимание уделяет определению физических постоянных. В.А. Третьякова, Т.Г.Красикова рассматривают в своих работах формирование измерительных умений в

курсе физики основной школы. А.В. Карпушев и Л.М. Свирская разработали учебно-методические пособия для вузов, но в работах данных авторов так же затрагивается проблема измерения физических величин.

Однако разработанные авторами методики требуют дополнений с учетом современных методов и средств обучения. Поэтому решение проблемы исследования является актуальным на данном этапе развития методики обучения физике.

**Объект исследования:** обучение физике в основной школе.

**Предмет исследования:** процесс формирования у обучающихся измерительных умений при изучении физики в основной школе.

**Цель исследования:** разработка методических рекомендаций по формированию измерительных умений у обучающихся основной школы при обучении физике.

Задачи:

1. Провести анализ психолого-педагогической литературы по исследуемой проблеме.
2. Изучить особенности формирования измерительных умений при изучении физики в основной школе.
3. Разработать комплекс мер, способствующих повышению качества измерительных умений школьников в основной школе.
4. Применить данный комплекс разработанных мер на конкретных примерах.
5. Провести анализ сформированности измерительных умений при изучении физики и разработать методические рекомендации для формирования данных умений.

# ГЛАВА 1. РОЛЬ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ УМЕНИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ФИЗИКИ В ОСНОВНОЙ ШКОЛЕ

## 1.1 Измерительные умения, формируемые при изучении физики в основной школе

Формирование измерительных навыков при обучении физике основано на одном из главных понятий – метрологии.

Метрология – это наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства, и способах достижения требуемой точности [11].

Метрология зародилась в глубочайшие давние времена в качестве практической деятельности. В течение всего процесса развития человеческого общества измерения напрямую связаны с людьми и находятся в центре отношений в обществе, с окружающим их миром и природой. Так зародились единые представления о размерах, формах, свойствах предметов и явлений, включая правила и методы сравнения.

Как параметры в давние времена были разработаны единицы измерений, а также их размеры, используемые для измерения различных единиц без использования специальных устройств, иными словами создавались с ориентацией на те единицы, что были всегда в свободном доступе.

В современном мире существует множество величин, которые необходимо измерять. Но измерения невозможно проводить без знания метрологии.

Имеется система единиц, базирующаяся на Международной системе величин, совместно с наименованиями и обозначениями, а кроме того набором приставок и их наименованиями, а также обозначениями вместе с правилами их применения. Данная система единиц, установленная Генеральной конференцией по мерам и весам, называется Международной системой единиц (СИ) [17].

Разработка стандартов измерений в различных областях науки происходит в межправительственной организации, состоящей из 59 государств-членов. Данная организация называется Международное бюро мер и весов.

На сегодняшний день мы имеем представление о стандартах и единицах измерения. Такие стандартные меры появились не сразу. Рассмотрим, как развивалась метрология в России.

Древнеегипетские единицы измерения, заимствованные в Древней Греции, явились основой системы мер в древнерусской практике.

В систему древнерусских мер длины включаются следующие основные меры: верста, сажень, аршин, локоть, пядь и вершок.

Верста – мера пути, которая указывала расстояние, пройденное от одного поворота плуга до другого при вспашке. Верстой также называли верстовой столб на дороге. Сажень – мера длины, происходит от глагола сягать (достать) – то есть расстояние, до чего можно было дотянуться рукой. Аршин – расстояние от плеча до нижней части ладони. Пядь – расстояние между концами большого и указательного пальцев. Вершок был равен одной шестнадцатой аршина.

Петр I провел метрологическую реформу, которая позволила ввести английские меры, которые были особенно распространены на флоте и в судостроении. Были изданы таблицы мер и соотношений между русскими и иностранными мерами, которые облегчали вычисления. К примеру:

1 миля = 7 верст (7,47 км);

1 фут = 12 дюймов;

1 дюйм = 10 линий (2,54 см);

1 линия = 10 точек (2,54 мм).

Верста в XVIII в. окончательно установилась как единица длины, равная 500 саженей (1,07 км).

Основная русская дOMETрическая мера объема жидкостей – ведро = 1/40 бочки = 10 кружек = 30 фунтов воды = 20 водочных бутылок (0,6) = 16

винных бутылок  $(0,75) = 100$  чарок = 200 шкаликов = 12 литров. Бочка, как мера жидкостей, использовалась в основном в процессе торговли с иностранцами, которым было запрещено вести розничную торговлю вином на малые меры. Бочка приравнивалась 40 ведрам. Гривна (позднейший фунт) осталась прежней. Термин "гривна" использовали для обозначения как весовой, так и финансовых единиц. Золотник равнялся  $1/96$  фунта, что в современном выражении составляет 4,26 г. Фунт равнялся 32 лотам, 96 золотникам,  $1/40$  пуда. Лот – старорусская единица измерения массы, равная трём золотникам или 12,797 граммам. Доля – это наименьшая древнерусская единица массы, равная  $1/96$  золотника или 0,044 граммам. Пуд составлял 40 фунтов.

К XVIII веку в разных странах использовалось до 400 единиц разных размерностей. Ряд мер усложнил торговлю. Поэтому каждая страна пыталась разработать меры, уникальные для своей страны.

В 1736 г. Сенат принимает решение о создании Комиссии весов и мер, во главе которой был главный директор Монетного правления – граф Михаил Гаврилович Головкин. Комиссией были разработаны образцовые меры – эталоны, также были установлены связи различных мер друг к другу и разработана программа организации исследовательских мероприятий в стране. Был предложен проект формирования десятичной системы счисления с учётом того, что русская система финансового учета была построена согласно десятичному принципу.

Древняя мера расстояний, которой уже более двух тысяч лет – стадия (от неё – Стадион в др. Греции; греческое *stadion* – место для состязаний). Величина стадии – около двухсот метров.

Десятина являлась основной мерой измерения площадей, а также, доли десятины: полдесятины, четверть (четыре - составляла 40 сажень длины и 30 широты).

Меры площади поверхности:

1 кв. верста = 250000 квадратных сажень = 1,138 кв. километра

1 десятина = 2400 квадратных сажений = 1,093 гектара

1 копна = 0,1 десятины и т.д.

С развитием науки и техники требовались новые измерения и новые единицы измерения, которые, с другой стороны, стимулируют совершенствование фундаментальной и прикладной метрологии.

В 1842 году в Санкт-Петербурге было создано Депо образцовых мер и весов – организация по хранению эталонов мер и осуществлению их проверки, а также изготовлению новых эталонов [17].

Основными кураторами Депо мер и весов являлись академик Адольф Яковлевич Купфер и профессор Владимир Семёнович Глухов. В 1892 году куратором был назначен химик Дмитрий Иванович Менделеев. Вследствие выполненной работы по управлению Депо Д.И. Менделеев автоматически установил перед собой три задачи, решение которых, согласно его суждению, обязано было значимым образом изменить сформировавшееся положение дел в области и мер и весов: восстановление русских прототипов длины и массы; формирование центрального метрологического учреждения с хорошо оснащенными для научных работ лабораториями; предприятие поверочного дела на новых началах [17].

Согласно инициативе Д.И. Менделеева, в 1893 году Депо образцовых мер и весов было реорганизовано в Главную палату мер и весов, управляющую которой и был назначен Д.И. Менделеев.

В соответствии с Положением о Главной палате мер и весов были выдвинуты соответствующие задачи:

- хранение установленных в России базовых моделей (прототипов) единиц веса и мер;
- хранение копий и образцов зарубежных единиц веса и мер;
- производство точных копий с основных образцов с целью поверки торговых мер и весов и периодический контроль этих копий;
- контроль любого рода мер и измерительных приборов;



– составление сравнительных таблиц русских и зарубежных мер и инструкций, характеризующих производство поверки мер и весов в местных контрольных учреждениях;

– анализ всех вопросов, касающихся мер и весов как по предложению правительственных органов, так и образующихся при работах, производящихся в Главной палате [11].

Опираясь на Положение о мерах и весах 1899 года, задачей Палаты считалось «сохранение единообразия, верности и взаимного соответствия мер и весов»; по закону 1901 года на неё было возложено руководство местными поверочными палатками, временными их отделениями, распределение по тем и другим состоявшим при Палате поверителей, командирование их и др., а кроме того разрешение разных вопросов по метрологии и ведение отчётности по поступлению в казну сборов за клеймение мер и весов.

В 1931 году Палата восстановила в Институт метрологии и стандартизации, с 1934 года – институт метрологии, ныне – Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии имени Д. И. Менделеева.

В 1993 году был установлен закон РФ «Об обеспечении единства измерений», в котором разъяснялись основные понятия на базе официальной терминологии Международного бюро мер и весов.

Так зародилось становление такой науки как метрология, к главным задачам которой относят: установление единиц физических величин, государственных эталонов и образцовых средств измерений, методов и средств измерений, обеспечение единства измерений, разработку методов оценки погрешностей.

Термин "измерение" означает совокупность операций по применению системы измерений для получения значения измеряемой физической величины [30].

По метрологическому назначению измерения выделяют три следующие категории: ненормированные, технические и метрологические.

В метрологии рассматриваются технические измерения. Технические измерения соответствуют требованиям единства измерения, то есть результат получается с и известной погрешностью и вероятностью, фиксируется в заданных единицах физических величин, с определённым количеством значащих цифр.

Основной целью измерения является получение количественной информации об измеряемом объекте с гарантированной достоверностью. Как мы заметим далее, подбор метода и средства измерений, а также методики выполнения эксперимента направлен на достижение оптимального результата, при этом критерием оптимальности служит, как правило, максимально достигаемая точность измерений при наименьших затратах на технические средства и операцию.

Необходимо сосредоточить внимание на то, что уровень точности, к которому необходимо стремиться, должен определяться критерием целесообразности. Следует иметь в виду и важность результата измерений. В одних случаях итог измерений обладает небольшим или локальным значением, в иных он представляет исключительно важную роль. От точности результата измерений может зависеть научное открытие или существование. Непосредственно значимость результата измерений устанавливает тот перечень условий, которые обязаны предъявляться к качеству измерений, под которым предполагается совокупность их свойств, обуславливающих соответствие средств, метода, методики, условий измерений требованиям измерительной задачи (техники безопасности, экологического, экономического и других факторов).

Измерение можно представить в виде функциональной схемы, изображенной на рисунке (рис. 1).

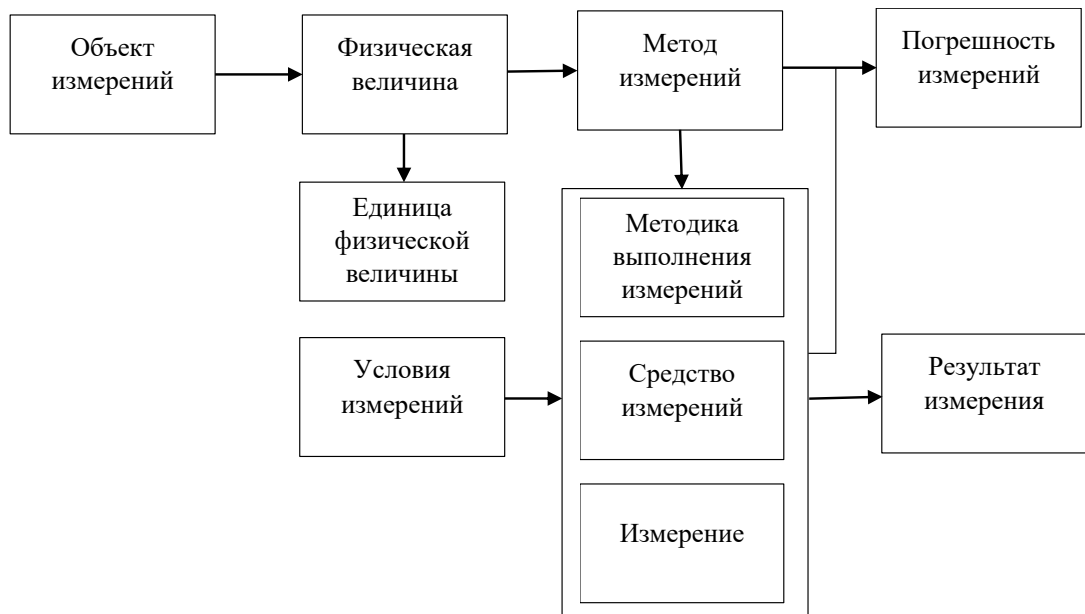


Рисунок 1 – Структурно-функциональная схема процесса измерений

Проанализируем все составляющие измерения из этой схемы.

Объект измерения – это тело, физическая система, процесс, явление и т. д., который характеризуется одной или несколькими измеряемыми физическими величинами. Очевидно, что любой объект измерения нуждается в описании его свойств.

Метод измерений – совокупность приемов использования принципов и средств измерений [29].

Подбор метода опирается на вид измеряемой величины, ее размера, точности результата измерений, быстроты его получения, условий, при которых проводятся измерения, и ряда других признаков (длину можно измерить линейкой, микрометром и т. д.).

Методы измерений учитывают разработку основных приемов применения средств измерений, а методика их проведения представляет собой требования к выбору средств измерений, последовательность выполнения операций, соблюдение установленных условий измерений, числа измерений, способов обработки их результатов.

Таким образом, процесс, в котором результат измерений является конечным этапом, называется измерение.

Можно отметить следующие виды измерений.

1. По характеру зависимости измеряемой величины от времени методы измерений подразделяются на:

– статические, при которых измеряемая величина остается постоянной во времени;

– динамические, в процессе которых измеряемая величина изменяется и является непостоянной во времени.

2. По способу получения результатов измерений (виду уравнений измерений) методы измерений разделяют на прямые, косвенные, совокупные и совместные.

Прямое измерение – это измерение, при котором искомое значение величины находят непосредственно из опытных данных.

Косвенное измерение заключается в определении значения величины на основании известной зависимости между этой величиной и величинами, подвергаемыми прямым измерениям

Совместные измерения – это измерения двух или нескольких не одноимённых величин, производимые одновременно с целью нахождения функциональной зависимости между величинами (например, зависимости длины тела от температуры).

Совокупными именуют такие измерения, в которых значения измеряемых величин находят по данным повторных измерений одной или нескольких одноименных величин (при различных сочетаниях мер или этих величин) путем решения системы уравнений.

3. По условиям, определяющим точность результата измерения, методы делятся на три класса.

Измерение максимально возможной точности (например, эталонные измерения), достижимой при существующем уровне техники.

Контрольно-поверочные измерения, при которых погрешность с определенной вероятностью не должна превышать некоторое заданное значение.

Технические измерения, в которых погрешность результата определяется характеристиками средств измерения.

4. По способу выражения результатов измерений выделяют абсолютные и относительные измерения.

Абсолютное измерение базируется на прямых измерениях величины и (или) использования значений физических констант.

При относительных измерениях величину сравнивают с одноименной, которая играет роль единицы или принятой за исходную (например, измерение диаметра вращающейся детали по числу оборотов соприкасающегося с ней аттестованного ролика).

5. В зависимости от совокупности измеряемых параметров изделия различают поэлементный и комплексный методы измерения.

Поэлементный метод определяется измерением каждого параметра изделия в отдельности (например, эксцентриситета, овальности, огранки цилиндрического вала).

Комплексный метод характеризуется измерением суммарного показателя качества (а не физической величины), на который оказывают воздействия отдельные его составляющие (например, измерение радиального биения цилиндрической детали, на которое влияют эксцентриситет, овальность и др.).

Средства измерений – технические средства, применяемые для проведения экспериментальной части измерений и имеющие нормированные метрологические свойства. Средства измерений являются носителями единиц, в которых хотят выразить измеряемые величины.

Метод измерений – прием или совокупность приемов сравнения измеряемой физической величины с ее единицей в соответствии с реализованным принципом измерений. Можно выделить следующие методы измерений.

По способу получения значения измеряемых величин выделяют два основных метода измерений.

Метод непосредственной оценки определяется как метод измерения, в ходе которого значение величины определяют непосредственно по отсчетному устройству измерительного прибора прямого действия.

Метод сравнения с мерой – метод измерения, при котором измеряемую величину сравнивают с величиной, воспроизводимой мерой [29].

Мерой называют тело или устройство, служащее для измерений и воспроизводящее одно или несколько значений данной физической величины [35]. К мерам относятся линейка с делениями, рулетка, мензурка, гири, катушка электрического сопротивления и т. д.

Однозначной называют меру, которая воспроизводит физическую величину одного размера (плоскопараллельная концевая мера длины, нормальный элемент, конденсатор постоянной емкости).

Многозначная мера – мера, воспроизводящая ряд одноименных физических величин различного размера (линейка с миллиметровыми делениями, конденсатор переменной емкости) [29].

Совокупность мер с целесообразным выбором ряда значений может быть объединена в виде набора мер, например, набор гирь, набор измерительных конденсаторов, или в виде магазина мер, например, магазин сопротивлений, магазин индуктивности.

Измерительные приборы – это устройства, состоящие из узлов и деталей, воспринимающие измеряемую величину и преобразующие ее в показания [35].

Процесс, в котором результат измерений является конечным этапом, называется измерение. В основной школе имеется достаточное количество лабораторных работ, многие из них связаны с прямыми измерениями. Поэтому необходимо, чтобы учащиеся имели представление о понятии точности измерений.

Характеристика качества измерения, отражающая близость к нулю погрешности его результата, называется точностью результата измерения [30].

В физике допускаемую при измерении неточность называют погрешностью измерений.

Данные погрешности считаются результатом многих факторов: несовершенства средств измерений, метода измерений, опыта оператора; недостаточной тщательности проведения измерения; воздействия внешних условий и т.д. Для оценки степени приближения результатов измерения к подлинному значению измеряемой величины применяются методы теории вероятности и математической статистики, что дает возможность с определенной достоверностью дать оценку границы погрешностей, за пределы которых они не выходят. Это предоставляет возможность для каждого конкретного случая подобрать средства и методы измерения, которые обеспечивают измерение результата, погрешности которого не превышают заданных границ с требуемой степенью доверия к результатам измерений (достоверностью).

Приближенным называется значение измеряемой величины, которое вычисляют как среднее арифметическое двух значений, между которыми находится истинное (измеряемое) значение [35].

Таким образом, рассмотрев взаимосвязь между процедурой измерения физических величин и метрологией, мы установили, что с одной стороны физические измерения считаются частью метрологии, а с другой стороны – все измерения в метрологии основываются на физических законах.

Вследствие этого, под измерительными умениями мы будем понимать умения проводить опыты, простые экспериментальные исследования, прямые и косвенные измерения с использованием аналоговых и цифровых измерительных приборов, понимать неизбежность погрешностей любых измерений.

## 1.2 Анализ состояния проблемы формирования измерительных умений при изучении физики в основной школе

На сегодняшний день существует немало экспериментов, которые направлены на формирование измерительных умений. Главной основой знаний по дисциплине для учащихся считается учебник. На итог сформированности тех либо других умений учащихся существенно оказывает та методика, которая принята автором в учебнике. Данная методика функционирует ровно как «сценарий» развития процесса обучения и по этой причине на данном этапе мы приняли решение изучить литературу, в которой поднимается вопрос формирования у учащихся измерительных умений.

Для анализа были выбраны работы различных авторов:

1. С.И. Кабардина, Н.И. Шефер. Элективный курс «Измерения физических величин» [16].

Этот курс направлен на предоставление учащимся возможности удовлетворить интерес к изучению практических приложений физики в процессе познавательной и творческой деятельности при проведении самостоятельных экспериментов и исследований.

Главная концепция автора состоит в том, что учащихся немаловажно не только лишь обучить работать с конкретными приборами. Наиболее важным считается то, чтобы ученики научились самостоятельно планировать и проводить эксперименты, научились обрабатывать, анализировать и представлять результаты выполненных измерений, понимали общие принципы безопасного использования измерительных приборов и технических устройств. Методы обучения следует подбирать таким образом, чтобы курс был сконструирован для учащихся с различными интересами и склонностями.



Автору удалось составить содержания предмета по принципу «от простого к сложному», после чего учащиеся приобретают новые умения и навыки к их творческому применению.

В элективном курсе рассматриваются различные виды экспериментов, в том числе и измерительные эксперименты. Например, приведены эксперименты по измерению длины с помощью линейки и микрометра; электрического сопротивления с помощью омметра; времени реакции человека на световой сигнал, данную работу предполагается осуществить тремя способами: первый способ заключается в косвенном измерении, измеряется расстояние, которая пролетает линейка, второй способ осуществляется с помощью прямого измерения, в котором используется секундомер, третий способ – измерение времени с помощью электронного измерителя времени.

Авторами предлагаются следующие основные виды деятельности учащихся на занятиях по элективному курсу: самостоятельная работа в физической лаборатории и выполнение простых экспериментальных заданий по интересам в домашних условиях. Данный курс направлен на воспитание чувства уверенности в своих силах и способностях при использовании разнообразных приборов и устройств в повседневной жизни, а также на развитие интереса к анализу привычных явлений. А данные виды деятельности невозможны без основательного изучения измерений физических величин.

Автор поместил в подзаголовках к разделам курса девизы, которые отражают направленность и уровень сложности материала.

Принцип «от простого к сложному» прослеживается и у многих других авторов. При формировании понятий физических величин и их единиц измерения, рассматриваются наводящие вопросы, проводятся аналогии.

Особенно удачно автор аргументировал то, что полезно практиковать отчеты на общем занятии с демонстрацией выполненных

экспериментов и приборов. Также то, что учителю необходимо творчески подходить к выбору материала в соответствии с уровнем подготовленности учеников и их интересов.

Для оценки умения учащихся измерять величины и правильности выполнения лабораторных работ вводится зачетная форма. Зачет выставляется по письменному отчету и нет нужды систематически контролировать и оценивать знания учащихся. Эта идея вызвала у нас возражения, потому что систематический контроль знаний является одним из условий повышения качества обучения, с помощью которого можно выявить, какие трудности при освоении физических величин возникают у учащихся.

2. А.В. Усова, А.А. Бобров. Формирование учебных умений и навыков учащихся на уроках физики: Учебное пособие [33].

В книге раскрываются основы методики формирования на различных этапах обучения у школьников учебных умений по физике. Авторами предложены методы формирования у учащихся умений самостоятельного наблюдения, постановки опыта. Авторы выделяют основные виды учебных умений: познавательные, практические, организационные, самоконтроля и оценочные. Формирование познавательных и практических умений позволяет учащимся овладеть следующими умениями: измерять, вычислять, строить и анализировать графики, пользоваться различными лабораторными принадлежностями и др.

Авторы считают, что измерительные умения приходится выполнять в процессе наблюдений и опытов, на основе которых формируются новые понятия, устанавливаются новые закономерности.

Учащиеся приобретают на уроках математики в 3-4 классах первоначальные измерительные умения, когда проводят измерения линейных размеров тел, площадей плоских фигур, проводят вычисления объемов. На уроках природоведения производят измерение температуры,

на уроках географии – измерения на местности, атмосферного давления, на уроках физики в 7 классе знакомятся с измерением массы, веса тела и т.д.

В целях ускорения процесса формирования измерительных умений и обеспечения точности их выполнения необходимо на уроке, когда учащиеся начинают пользоваться измерительным прибором, дать понятие о цене деления и выполнить ряд упражнений по ее определению. Впервые с косвенным нахождением величин учащиеся сталкиваются при определении скорости равномерного движения. К началу обучения в 9 классе учащиеся должны уметь уверенно выполнять как прямые, так и косвенные измерения.

Формирование экспериментальных умений также не обходится без умений измерять.

3. В.А. Третьякова. Измерительный эксперимент в пропедевтическом курсе физики 5-6 классов: Выпускная квалификационная работа, научный рук. М.Д. Даммер [29].

В данной работе авторами представлен процесс формирования у учащихся измерительных умений на начальном этапе обучения физике в основной школе. Измерение представлено в виде функциональной схемы, приведены виды измерений: прямые, косвенные, совокупные, совместные и др.

Также в работе рассматриваются методы и методики измерений. Было приведено обучение измерениям «на глаз» и «на руку».

Анализ литературы автором показал, что в пропедевтических курсах физики особое внимание выделено измерительному эксперименту. Он представлен в виде отдельных практических работ, направленных на формирование измерительных умений. При изучении физики по приведенным в работе учебникам, у обучающихся не возникнет трудностей с усвоением основных измерительных умений.

4. Л.И. Анциферов. Практикум по методике и технике школьного физического эксперимента. Учебное пособие [3].

Автор предлагает в практикуме лабораторные работы разного типа, например, работы на определение физических постоянных, изучение зависимостей между физическими величинами, знакомство с физическими методами исследования, конструирование установок. Автор рекомендует ввести в практикум старших классов работы на определение физических постоянных, что диктуется следующими соображениями:

- при изучении физики, учащиеся не задумываются над тем, какими путями были получены физические постоянные;
- определение физических постоянных в ряде случаев связано непосредственно с основополагающими историческими опытами, выполненными классиками физики;
- выясняя способы определения констант, таких, как число Авогадро, удельный заряд электрона, постоянная Планка и т. д., учащиеся знакомятся с методами изучения микромира; определение же гравитационной постоянной, диэлектрической и магнитной проницаемости учащиеся знакомятся с микромиром, получают возможность изучения разных форм материи.

Работы на изучение зависимостей между физическими величинами и построение графиков, а также работы, раскрывающие физические методы исследования, достаточно представлены в физическом практикуме средней школы. Однако в методических руководствах почти нет работ, отражающих темы факультативного курса. Поэтому автор предлагает ряд новых работ такого характера.

5. А.Е. Браун. Формирование у учащихся практических познавательных умений по физике: доклад [4].

Авторами была поставлена цель создать ситуации и задания к теме "Работа и мощность. Энергия" на основе проблемного обучения и проверить практически, как влияет самостоятельная работа учащихся с данными заданиями на формирование практических познавательных умений и познавательного интереса.

Исходя из полученных результатов, авторы сделали заключение, что в экспериментальном классе учащиеся лучше освоили материал и научились работать самостоятельно. При этом у них проявился большой интерес и желание изучать физику как предмет. Можно сделать вывод, что при усвоении и применении измерительных умений учащиеся лучше усваивают материал, так как самостоятельно применяют полученные теоретические знания на опыте.

6. Зуев, П.В. Простые опыты по физике в школе и дома: метод. пособие для учителей [13].

В данном пособии авторами были предложены три комплекса простых опытов, каждый из которых сопровождается методическими рекомендациями для учителей, родителей, самих учащихся. Эксперименты выбраны таким образом, что их с легкостью можно выполнять в домашних условиях, применяя с этой целью элементарное оборудование.

Автор считает, что для достижения целей обучения физике обязательно необходимо систематическое использование в учебном процессе учебного физического эксперимента.

Под простым экспериментом автор понимает эксперимент, который учащиеся проводят самостоятельно с помощью доступных ему средств.

Автор приводит простые опыты по физике и естествознанию для учащихся 5-6 классов, простые опыты по физике для учащихся 7-8 классов, лабораторные работы по физике для учащихся 9 классов.

7. Виктор, П.А. (06.09.19). Урок 3. Физические величины и единицы их измерения [6].

Автор считает, что говорить о физической величине можно, только если существует способ ее измерения. Физическая величина – это физическое понятие, выраженное числом в процессе измерения.

Автор приводит величины: длина, время, масса и единицы их измерения. Из всех единиц измерения данных величин, автор выделяет те единицы, которые входят в систему СИ.

8. Виктор, П.А. (16.09.14). Урок 1. Физические величины и их измерение [8].

Автор дает следующее определение: физическая величина – это физическое понятие, выраженное числом в процессе измерения. Этот урок проводится для 9 класса.

Измерение – это процесс сравнения физической величины с однородной величиной, принятой за единицу.

Приводятся эталоны длины: парижский эталон метра, криптоновый эталон длины.

9. Виктор, П.А. (10.09.19). Урок 4. Измерение физических величин. Цена деления шкалы измерительного прибора [7].

Измерить физическую величину – сравнить физическую величину с однородной величиной, принятой за единицу.

Измерить физическую величину можно с помощью приборов, у которых есть шкала. На шкале обязательно указывается единицы измерения, штрихи, деления (промежуток между штрихами), нижний и верхний пределы измерения.

Цена деления шкалы измерительного прибора – это расстояние между ближайшими штрихами шкалы, выраженное в единицах измеряемой величины.

Автор показывает, как можно определить цену деления на примере термометра, линейки, мерных цилиндров, медицинского термометра, штангенциркуля.

10. Красикова, Т.Г. Методика формирования измерительных умений в курсе физики основной школы: Выпускная квалификационная работа, научный рук. М.Д. Даммер [21].

Автор в своей работе определяет предмет исследования как процесс формирования у учащихся практических умений работать с физическими приборами при обучении физике в основной школе. Автор представил

методику формирования у учащихся практических умений работать с физическими приборами в процессе изучения физики в основной школе.

В ходе исследования теоретического материала, постановки демонстрационных опытов, выполнения фронтальных опытов и лабораторных работ, решения экспериментальных задач и выполнения работ практикумов учащиеся должны освоить следующие умения:

1) измерять (использовать измерительные приборы: масштабной линейкой, измерительной лентой, мерным цилиндром, весами, динамометром, термометром, барометром, манометром, амперметром, вольтметром и т.д.);

2) вычислять (осуществлять математическую обработку результатов экспериментов);

3) строить и анализировать графики, раскрывающие характерные черты функциональных зависимостей между физическими величинами, характеризующими данное явление;

4) пользоваться различными лабораторными принадлежностями (химической посудой, штативами) и источниками энергии (спиртовками, электроплитками, аккумуляторами, выпрямителями), а также приборами и принадлежностями, встречающимися в быту и технике (рычагами, блоками, выключателями электрического тока, проволочными резисторами, реостатами, электродвигателями, компасом, постоянными магнитами и электромагнитами, оптическими линзами, зеркалами и т.д.);

5) собирать электрические цепи и читать их схемы;

6) решать расчетные, графические, логические и экспериментальные задачи; применять при вычислениях электронно-вычислительную технику.

Автор определяет физические величины как характеристики тел либо процессов, которые имеют возможность быть измерены.

Перед тем, как приступить к подробному и детальному изучению средств измерения, автор предлагает ученикам несколько легких заданий.

Далее приводится описание работы с измерительным цилиндром, линейкой, рычажными весами, динамометр. В данных работах рассматриваются работа с приборами, определение цены деления, способы измерения физических величин.

11. З.В. Шаулова. Формирование учебных умений школьников основной школы [37].

Авторы считают, что учебные умения и навыки имеют некоторое сходство (представляют собой результат овладения способами учебной деятельности; формируются с помощью упражнений; предполагают некоторые действия) и различия (умение формируются в изменяющихся условиях, навыки – в одних и тех же; умения имеют низкую скорость выполнения, а навыки – быструю; умения проявляются в новых, творческих условиях, а навыки – в знакомых, типовых условиях). Авторы подробно описывают методику формирования учебных умений, которую они применяли.

12. А.И. Сюрдо. Физические основы измерений: учебное пособие / А.И. Сюрдо, Д.Ю. Бирюков [28].

Цель авторов данной работы заключается в изучении и систематизации физических процессов, положенных в основу измерений.

Авторы определяют цель эксперимента как поиск таких параметров физических явлений, которые можно измерить, получив численные значения.

Приводятся основы базисных эталонов единиц измерений.

Функциональная блок-схема измерительной системы: восприятие измеряемой величины → преобразование измерительной информации, усиление → вычислительные операции → передача измерительной информации → отображение измерительной информации. Каждому функциональному блоку дается описание.

Авторы дают определение измерения, классификацию средств измерений.



Виды и методы измерений: измерения в зависимости от способа обработки экспериментальных данных для нахождения результата относят к прямым, косвенным, совместным или совокупным.

13. Измерения. Обработка результатов измерений: методическая разработка для практических занятий / сост. В.Г. Уланов [14].

Методическая разработка предназначена для студентов с целью усвоения знаний и формирования компетенций в области метрологии при подготовке к профессиональной деятельности.

В данной работе представлены: физические величины как объект измерения, классификация измерений, средства измерений, обработка результатов измерений.

14. О.Г. Царькова. Физический практикум: для 7–10 классов с углублённым изучением физики [36].

Автор говорит о том, что при ограничении количества часов ученики теряют возможность выполнять лабораторные работы, но в школах физмат-профиля осталась такая возможность. Практические работы приводятся в виде фронтальных лабораторных работ, работ физического практикума.

Приводятся описания следующих лабораторных работ: измерение модуля упругости резины, определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости, измерение удельной теплоты плавления льда, исследование электризации тел при трении друг о друга, определение расстояния до удаленного тела.

15. Демидова, Н.В. Метрология, стандартизация и сертификация. Шпаргалки / Н.В. Демидова, В.А. Бисерова, А.С. Якорева [11].

В данной работе авторами приводятся классификация, характеристики измерений, международная система единиц, эталоны и образцовые средства измерений, средства измерений и их характеристики, классификация средств измерения, погрешность измерений, выбор средств

измерений, методы определения и учета погрешностей, обработка и представление результатов измерения.

Анализ литературы показал, что измерительным умениям при изучении физики в основной школе было уделено особое внимание. В большем количестве литературы представлены практические работы, направленные на формирование измерительных умений.

#### Выводы по 1 главе

Данная глава была посвящена измерительным умениям, формируемым при изучении физики в основной школе. В 1 главе мы детально рассмотрели становление метрологии как науки, а также подробно проанализировали такое основное понятие как «измерение».

Далее был продемонстрирован анализ литературы по исследуемой проблеме, помогающий формированию измерительных умений при обучении физике основной школе.

Итоговый вывод главы 1 заключается в необходимости детального рассмотрения проблемы формирования измерительных умений в курсе физики основной школы. Вопросы экспериментального обоснования методических рекомендаций по формированию измерительных умений у обучающихся основной школы и вопросы измерения физических величин, измерительные приборы и работа с ними будут подробно рассмотрены далее в главе 2.

## ГЛАВА 2. ФОРМИРОВАНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ УМЕНИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ФИЗИКИ В ОСНОВНОЙ ШКОЛЕ

### 2.1 Особенности формирования измерительных умений при изучении физики в основной школе

В книге Усовой А.В, Боброва А.А «Формирование учебных умений и навыков учащихся на уроках физики: Учебное пособие» определяются основы методики формирования у школьников учебных умений по физике на различных этапах обучения. Авторы предлагают методику формирования у учащихся умения самостоятельно наблюдать, проводить эксперименты, а также выделяют основные виды учебных умений: познавательные, практические, организационные, самоконтроля и оценочные. Формирование познавательных и практических умений позволяет учащимся овладеть следующими навыками: измерять, вычислять, строить и анализировать графики, пользоваться различными лабораторными принадлежностями и др.

В учебном пособии говорится о том, что измерительные умения приходится задействовать в процессе наблюдений и опытов, в результате которых формируются новые понятия, устанавливаются новые закономерности.

Первоначальные измерительные умения учащиеся начинают получать на уроках математики в 3-4 классах, когда выполняют измерения линейных размеров тел, площадей плоских фигур, проводят вычисления объемов. На уроках природоведения производят измерение температуры, на уроках географии – измерения на местности, атмосферного давления, на уроках физики в 7 классе знакомятся с измерением массы, веса тела и т.д.

Таким образом, правила измерения физических величин имеют место быть в учебной программе уже в начале изучения физики. Например, в программе А.В. Перышкина для 7 класса данной теме

отводятся следующие темы уроков: «Физические величины. Измерение физических величин», «Точность и погрешность измерений». На данных уроках дается определение физической величины, измерения физической величины, СИ, цены деления шкалы прибора (данные определения приведены в главе 1). Также рассказывается о том, какие старинные меры величин существуют в русской система мер и приводятся некоторые иностранные меры. Уделяется внимание точности и погрешности измерений, так как всякое измерение может быть выполнено с большей или меньшей точностью. Цель данных уроков заключается в усвоении учащимися понятия о физических величинах и способах их измерения, умении определять цену деления шкалы измерительного прибора, установлении связи между точностью измерения и ценой деления шкалы прибора.

Данной программой предусмотрено выполнение 11 лабораторных работ обязательных и 7 дополнительных. При анализе УМК А.В. Перышкина необходимо обратить внимание на то, что вопросы после выполнения лабораторных работ касаются измерения физических величин. При проведении прямых измерений вопросы могут заключаться в основном определения цены деления какого-либо прибора, при проведении косвенных измерений речь уже идет о знании об определенном физическом приборе, пределах его измерения, точности и погрешности измерения.

Учебной программой по физике в восьмом классе предусмотрено выполнение 11 обязательных лабораторных работ, а в девятом классе их девять. Кроме того, в тетрадях для лабораторных работ, которые предусмотрены для организации самостоятельной работы учащихся приводятся дополнительные экспериментальные задания – в восьмом классе, как и в девятом, их количество равно пяти.

Для качественного проведения прямых измерений необходимо уметь правильно пользоваться измерительными приборами. Правила

пользования измерительными приборами предлагает В.А. Фетисов в пособии для учителей «Оценка точности измерений в курсе физики средней школы».

Правила пользования линейкой:

1. Необходимо приложить линейку к измеряемому предмету так, чтобы ее нуль совпадал с началом измеряемой длины. Если концы линейки испорчены, то начало предмета прикладывают к любой отметке шкалы, затем от нее ведут отсчет.

2. Линейку нужно прикладывать ровно, а не наискось, во избежание неправильного измерения.

3. При наблюдении глаз должен быть расположен против наблюдаемой отметки.

Правила пользования штангенциркулем:

1. При измерении длины тела его зажимают между щеками штангенциркуля. Отсчет целых делений (мм) производят по шкале линейки до нуля нониуса, затем отсчитывают по нониусу десятые доли миллиметра, число которых равно номеру штриха на нониусе, совпавшему со штрихом основной шкалы.

2. Штангенциркулем можно измерять внутренний диаметр отверстий и глубину отверстий.

3. Проверяют штангенциркуль при сдвинутых щеках по совпадению нулевой отметки нониуса с нулевой отметкой шкалы линейки.

Наряду с описанным выше штангенциркулем используют штангенциркули, у которых 10 делений нониуса равны 19 мм, а цена деления равна 0,05 мм.

Правила пользования такими штангенциркулями аналогичные.

Примечание. При лабораторных работах в школьных условиях инструментальную погрешность можно брать  $\pm 0,05$  мм.

Правила пользования микрометром:

1. Перед началом работы необходимо тщательно протереть измерительные плоскости микрометра, проверить плавность хода микровинта и установку на нуль; если установка сбита, исправить микрометр может только специалист.

2. Точная, окончательная установка винта при измерении производится трещоткой, иначе можно испортить нарезку микровинта.

3. Не следует пользоваться микрометром с застопоренным фиксатором.

4. После окончания работы микрометр следует протереть и аккуратно уложить в предназначенный для него футляр.

Правила пользования мензурками и измерительными цилиндрами:

1. Определяют цену деления мензурки (цилиндра). Для этого берут разность между двумя значениями шкалы и делят ее на число делений, содержащихся между этими значениями.

2. Ввиду того что жидкости, смачивающие стекло, у краев всегда немного приподняты, а несмачивающие опущены, необходимо для устранения ошибок на параллакс глаз помещать по линии АВ, проходящей через середину поверхности жидкости, и отсчет производить не по краю жидкости, а по ее середине.

3. При отсчете делений мензурку (цилиндр) надо поставить на стол, а не держать в руке, чтобы не вызывать колебаний жидкости.

Правила пользования набором гирь:

1. Гири необходимо беречь от пыли, смачивания водой или другими жидкостями, от возможности намагничивания.

2. Гири должны находиться в соответствующих гнездах ящика или на чашке весов.

3. Гири до 100 г берут пинцетом, крупные гири - чистыми руками.

Правила пользования весами учебными:

1. При помощи установочных винтов выравнивают положение подставки весов, контролирую его по отвесу.

Острие отвеса должно находиться против указателя.

2. Поднимают стойку с чашами и приводят весы в колебание.

Если стрелка весов отклоняется во время колебаний на различные углы от среднего деления шкалы, весы следует подрегулировать посредством поворотного грузика П.

Но если их невозможно отрегулировать, то замечают деление, против которого останавливается стрелка коромысла при ненагруженных весах, и принимают это деление за исходное положение равновесия.

3. Нагрузку весов и снятие тел и гирь производят при опущенной стойке.

4. По окончании работы стойка должна быть опущена для сохранности призм.

Правила пользования динамометром:

1. Определяют цену деления динамометра.

2. Для проверки жесткости пружины динамометра его нагружают гирями и сравнивают показания с весом гирь. Определяют поправку, выразив ее в процентах, или вводят поправочный коэффициент. Погрешность градуировки шкалы незначительна.

3. Стержень и пружина при измерении силы, растягивающей пружину, не должны касаться основания.

4. Желательно, чтобы конец указателя касался шкалы (для устранения колебаний указателя).

5. При снятии показаний глаз должен находиться против указателя (если последний не соприкасается со шкалой), чтобы луч зрения был перпендикулярен к шкале (для устранения параллакса).

6. Динамометр нельзя нагружать грузом, большим допустимого.

Правила пользования термометром:

1. При измерении температуры газообразного тела, например, воздуха, термометр не держать за резервуар, не дышать на него, иначе

теплота человеческого тела может оказать влияние на показания термометра. Плохая теплопроводность газа и конвекционные токи в нем могут исказить результат наблюдения. Например, в зимнее время температура у окон ниже, чем у противоположной им стены, или воздух в верхних слоях комнаты более нагрет, чем в нижних. Поэтому при определении температуры газа необходимо принять соответствующие меры для устранения погрешностей, возникающих вследствие внешних причин.

2. При измерениях температуры жидкости последнюю необходимо предварительно перемешать, чтобы температура во всех ее слоях была одинакова. Резервуар термометра целиком погружают в жидкость. При отсчете показаний термометр не вынимают из жидкости.

3. При измерении температуры сыпучих тел в них зарывают резервуар термометра.

4. Для твердых тел, не имеющих температуры окружающей среды (воздуха, жидкости), измерение температуры производится погружением резервуара термометра в отверстие, сделанное в теле.

Правила пользования барометром-анероидом БР-52:

1. Перед снятием показаний необходимо слегка постучать пальцем по стеклу прибора для устранения трения в рычажной передаче.

2. При отсчете показаний прибора луч зрения наблюдателя должен быть перпендикулярен участку шкалы, на котором отсчитываются показания.

Правила пользования вольтметром и амперметром:

1. По условным обозначениям на шкале определяют систему прибора.

2. Обращают внимание на то, чтобы измеряемая физическая величина (ток, напряжение, мощность) не превышала предельного значения шкалы.



3. Вычисляют цену деления прибора.
4. Определяют класс точности прибора и вычисляют наибольшую погрешность, допускаемую прибором.
5. Устанавливают прибор в соответствии с указаниями на его шкале.
6. Включают прибор в цепь.
7. При наличии перегрузки прибора, когда стрелка прижимается к ограничителю, ток следует выключить.
8. При снятии показаний глаз должен находиться против наблюдаемой отметки шкалы (для устранения параллакса) [35].

Несмотря на то, что в основной школе измерения проводятся не только прямые, но и косвенные, требования к расчету погрешностей относятся только к прямым измерениям. К оценке погрешностей косвенных измерений переходят только в средней школе.

Исследуя состояние проблемы формирования измерительных навыков при обучении физике в методической литературе, следует отметить, что разработанные авторами методики в связи с меняющимися требованиями образования требуют дополнений. Дополнения могут отражаться в умениях, которые учащиеся должны приобретать в ходе обучения. Таким образом, мы считаем, что, приступая к измерениям физических величин, учащиеся должны уметь:

- классифицировать способ измерения в проведении предстоящего эксперимента (прямые или косвенные);
- отличать применение средств измерений от применения приборов в ходе предстоящего эксперимента;
- применять знания правил об использовании применяемых средств измерений или измерительных приборов;
- оценивать адекватность проведенных измерений (выбора метода измерений и применяемого оборудования) с помощью определения погрешностей;

– правильно записывать конечный результат с учетом допущенной погрешности измерений.

Кроме того, учащиеся должны знать и хорошо понимать особенности проведения этапов всей процедуры измерений.

Например, на этапе подготовки установки перед началом измерений необходимо:

– найти по рабочей схеме основные узлы установки, измерительные приборы, переключатели и т.д.;

– определить типы всех средств измерений или измерительных приборов и диапазоны их измерений, определив предварительно цену деления шкалы;

– поставить на измеряющих приборах нужный диапазон измерений.

При проведении любых измерений необходимо акцентировать внимание на воспроизводимость результатов. Для ее проверки обычно используют два следующих приема:

– определяемые при постоянных условиях величины измеряют многократно;

– зависимости между величинами снимают (если это возможно) при прямом и обратном ходе изменения аргумента (например, вольтамперную характеристику можно снять, повышая и понижая напряжение).

В течение опыта многократно проверяют значение параметра, который должен оставаться постоянным (температура, давление, частота сигнала и т.п.).

После того, как учащиеся показали свои результаты учителю, не нужно сразу же разбирать установку. Ведь говорить о достоверности сделанных измерений, глядя только на цифры, трудно даже учителю. Значит, необходимо самостоятельно попытаться оценить достоверность результатов, частично обработав их.

После получения экспериментальных данных следует сразу начинать обработку результатов, т.е. до того, как рабочая установка будет

разобрана. Это даст возможность при необходимости перепроверить полученные результаты и исправить их.

Проводя обработку результатов измерений, следует приводить примеры вычислений в тетради, никак не оставляя их полностью на черновике либо калькуляторе. Выполняя расчеты, в первую очередь, записывают формулу, далее подставляют в неё числовые значения всех величин с указанием единиц измерения и переводных множителей, а затем приводят окончательный результат. Если в ходе опыта искомая величина определялась несколько раз, то достаточно привести только один пример вычисления, указав номер измерения в таблице. Данная последовательность позволит при необходимости быстро проверить правильность расчёта как школьнику, так и преподавателю.

Далее мы укажем некоторые уточнения об измерении физических величин.

Во-первых, измерения физической величины бывают прямыми или косвенными. При прямом измерении искомое значение величины находят непосредственно из опытных данных (например, измерение диаметра штангенциркулем).

При косвенном измерении искомое значение величины определяют на основании известной зависимости между этой величиной и величинами, подвергаемыми прямым измерениям [30].

Во-вторых, измерения бывают прямые однократные и прямые многократные. Однократные измерения – это измерения, которые производились только один раз при неизменных условиях во время проведения опыта. Например, линейкой измерили длину ручки один раз – это однократное измерение. Измерили время десяти полных колебаний маятника, длина нити которого 2 м, а затем уменьшили его длину до 1 м и снова измерили время десяти полных колебаний. Так как измерение времени производилось при разных длинах нити, то это тоже единичные измерения. При нагревании проводника измерили 20 раз его

сопротивление при соответствующей температуре, и это однократные измерения.

Многократные прямые измерения физической величины – это измерения, выполненные несколько раз при неизменных условиях опыта. Например, длину парты измерили со стороны, которая расположена ближе к нам, второй раз посередине, третий раз с дальней от нас стороны. В одной и той же розетке измерили вольтметром напряжение утром, днём и вечером – это тоже многократные измерения.

Прямые однократные измерения принимают во внимание приборную погрешность, а многократные – погрешность, связанную с проведением данного опыта. Такие измерения проводятся с целью уменьшения влияния случайных составляющих погрешностей измерения. Эти измерения приводят к увеличению точности, так как результаты отдельных измерений имеют как положительные, так и отрицательные отклонения от точного значения и поэтому частично взаимно компенсируются. Случайные ошибки обуславливаются огромным количеством случайных факторов, которые функционируют в каждом отдельном измерении различным неизвестным образом. Например, на результате взвешивания могут отразиться колебания воздуха, пылинки, сажающиеся на призмы микровесов и слетающие с них, различное трение. Обнаружить случайные ошибки можно лишь при достаточно высокой чувствительности приборов.

При проведении любых измерений (однократных прямых, многократных прямых, косвенных однократных, косвенных многократных) необходимо учитывать два вида погрешностей – абсолютную и относительную. Проанализируем данное утверждение на примерах.

Используя линейку с сантиметровыми делениями для измерения длины стола, мы найдём, что истинное значение лежит где-то между 78 и 79 сантиметрами. Если на нашей линейке есть ещё и миллиметровые деления, то «местоположение» истинного значения определяется более

точно. Однако в обоих случаях его можно определить не точнее, чем позволяет цена деления прибора. Половина цены деления прибора является приборной погрешностью. С её помощью определяют неточность измерений, выраженную в единицах измеряемой величины, поэтому её называют абсолютной.

Другой пример. У нас в руках измерительная лента с сантиметровыми делениями. С её помощью измерили ширину бумажного листа, она оказалась равной 22 см, и его длину, которая составила 31 см. На вопрос: «Что измерили точнее – длину или ширину?» мы не можем дать ответа, хотя абсолютная погрешность измерений одна и та же, равная половине сантиметра. Но если найти отношение абсолютной ошибки к измеренной величине в процентах для каждого опыта, то картина прояснится. Итак, для измерения ширины листа такое отношение составляет:  $\frac{0,5}{22} \cdot 100\% = 2,3\%$ , а для длины –  $\frac{0,5}{31} \cdot 100\% = 1,6\%$ . Из расчётов видно, что во втором случае допущенная ошибка составляет меньший процент, чем в первом. Данные отношения называются относительной погрешностью измерений, т.к. они показывают, какую долю от измеренной величины составляет допущенная ошибка.

Рассмотренные примеры показывают, что точность измерений характеризуется не абсолютной погрешностью, а относительной, а также чем меньше измеряемая величина, тем большую погрешность она даёт (ширина листа меньше его длины). Это происходит потому, что при расчёте относительной погрешности измеряемая величина ставится в знаменатель дроби, а чем меньше знаменатель, тем больше её частное. Из этого рассуждения вытекает важный вывод: чем меньше измеряемая величина, тем точнее необходим прибор для её измерения.

Важную роль при измерениях играет конечная запись их результатов. Чаще всего в школьном физическом эксперименте измерения производятся до первой значащей цифры.

Дело в том, что разные числа содержат разное количество цифр, как до запятой, так и после неё. Например, когда мы делим 1 на 800, то на калькуляторе высвечивается результат 0,00125, представляющий конечную десятичную дробь с пятью цифрами после запятой. Всего в этом числе 6 цифр (три нуля, 1, 2 и 5), но только три из них (1, 2 и 5) называются значащими цифрами – это все цифры, начиная с первой слева, отличной от нуля. Цифра 1 в числе 0,00125 называется первой значащей цифрой. Итак, при подсчете значащих цифр не считаются нули с левой стороны. Нули, стоящие справа от других цифр и внутри, считаются значащими. Например, у числа:

- 3000 четыре значащие цифры;
- 0,0101 три значащие цифры;
- 2,20 три значащие цифры;
- 2,2 две значащие цифры.

Количество значащих цифр в числе определяет точность производимых измерений. Так, число 3,20 означает, что при измерении учитывались сотые доли, а в числе 3,2 – только десятые, т. е. точность в этом случае в 10 раз меньше. Так бывает, в частности, при измерениях микрометром и штангенциркулем.

Поскольку точность прямых измерений связана с абсолютной погрешностью измерительного прибора, то в конечном ответе значащих цифр должно быть ровно столько, сколько их имеется в приборной погрешности.

Чтобы школьникам легче было усвоить процедуру записи конечного результата, мы предлагаем правило, состоящее из двух пунктов:

1. Округлить значение абсолютной погрешности до первой значащей цифры.
2. Округлить значение примерной физической величины до того разряда числа, до которого была округлена абсолютная погрешность.

Чтобы произвести округление до первой значащей цифры нужно посмотреть на цифру, которая стоит за первой значащей. Если эта цифра 0, 1, 2, 3, 4, то первую значащую оставляют без изменения, а все последующие заменяем нулями. Если цифра, стоящая за первой значащей будет 5, 6, 7, 8, 9, то значащую увеличиваем на единицу, а все последующие цифры числа заменяем нулями. Например,  $0,00125 \approx 0,001$ .

Если примерная физическая величина имеет значение 13,35 (ед.), а абсолютная погрешность была округлена до 0,3 (ед.), значение примерной величины должно округляться до разряда «десятые», т.е.  $13,35 \approx 13,4$  (ед.).

В таблице 2 приведены значения абсолютных инструментальных погрешностей средств измерений.

Таблица 2 – Абсолютные инструментальные погрешности средств измерений

№, п/п	Средства измерения	Предел измерения	Цена деления	Абсолютная инструментальная погрешность
1	2	3	4	5
1	Линейка			
	Ученическая	до 50 см	1 мм	$\pm 1$ мм
	Чертежная	до 50 см	1 мм	$\pm 0,2$ мм
	Инструментальная (стальная)	20 см	1 мм	$\pm 0,1$ мм
	демонстрационная	100 см	1 см	$\pm 0,5$ мм
2	Лента измерительная	150 см	0,5 см	$\pm 0,5$ мм
3	Измерительный цилиндр	до 250 мм	1 мл	$\pm 1$ мл
4	Штангенциркуль	150 мм	0,1 мм	$\pm 0,05$ мм
5	Микрометр	25 мм	0,01 мм	$\pm 0,005$ мм
6	Динамометр учебный	4 Н	0,1 Н	$\pm 0,05$ Н
7	Весы учебные	200 г	–	$\pm 0,01$ г
8	Секундомер	0-30 мин	0,2 с	$\pm 1$ с за 30 мин
9	Барометр-анероид	720-780 мм рт. ст.	1 мм рт. ст.	$\pm 3$ мм рт. ст.
10	Термометр лабораторный	0-100 °С	1 °С	$\pm 1$ °С

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
11	Амперметр школьный	2 А	0,1 А	$\pm 0,05$ А
12	Вольтметр школьный	6 В	0,2 В	$\pm 0,15$ В

Мы рассмотрели план выполнения лабораторной работы и все особенности, касающиеся различных этапов проведения процедуры измерений. Кроме того, мы считаем, что необходимо составить алгоритмы проведения как прямых, так и косвенных измерений.

В основной школе рекомендуется использовать следующий алгоритм прямого измерения физических величин:

1. Определить цену деления прибора.
2. Произвести измерение величины  $A_{\text{пр}}$  (приближенное значение физической величины).
3. Определить абсолютную погрешность прибора  $\Delta A$ .
4. Определить относительную погрешность по формуле:

$$\varepsilon = \frac{\Delta A}{A_{\text{пр}}} \cdot 100\%. \quad (1)$$

5. Записать результат измерения с учетом абсолютной погрешности.

Алгоритм проведения косвенных измерений:

1. Получить расчетную формулу исходя из наличия оборудования (указанного в описании лабораторной работы).
2. Определить цену деления каждого прибора, с помощью которого измеряются величины, входящие в расчетную формулу.
3. Измерить величины, входящие в расчетную формулу.
4. Рассчитать искомую величину  $x$  с помощью расчетной формулы.
5. Определить абсолютную погрешность измерения каждой физической величины.

6. Определить относительную погрешность каждого прямого измерения по формулам  $\Delta = \frac{\Delta A}{A}$ ,  $\Delta = \frac{\Delta B}{B}$ ,  $\Delta = \frac{\Delta C}{C}$  и просуммировать данные погрешности найти относительную погрешность косвенного измерения  $\varepsilon$ .



7. Вычислить абсолютную погрешность искомой величины по формуле:

$$\Delta x = \varepsilon \cdot x_{\text{пр}} \quad (2)$$

8. Записать конечный результат с учетом абсолютной погрешности в соответствии с правилами округления.

В соответствии с приведенными выше алгоритмами и правилами проведения измерений, рассмотрим их применение на конкретных примерах.

Проведем опыт по измерению длины растянутой пружины под действием груза с помощью ученической линейки.

Необходимое оборудование: груз, пружина, линейка ученическая.

Искомое значение величины будем находить непосредственно из опытных данных – будем измерять длину растянутой пружины ученической линейкой, следовательно, измерение является прямым. Для проведения измерений нам необходимо знать правила пользования ученической линейкой, которые приведены в 1 главе. Далее применим вышеизложенный алгоритм по проведению прямых измерений:

1. Определим цену деления прибора:  $\Delta = 1 \text{ мм} = 0,1 \text{ см}$ .
2. Произведем измерение величины  $l_{\text{пр}}$ :  $l_{\text{пр}} = 7,9 \text{ см}$ .
3. Определим абсолютную погрешность прибора по формуле:

$$\Delta A = \Delta_{\text{и}}A + \Delta_{\text{о}}A \quad (3)$$

Абсолютную инструментальную погрешность находим по таблице 2:  $\Delta_{\text{и}}A = 0,1 \text{ см}$ , абсолютную погрешность отсчета найдем как половину цены деления:  $\Delta_{\text{о}}A = \frac{0,1}{2} = 0,05 \text{ см}$ .

$$\Delta A = 0,1 + 0,05 = 0,15 \text{ см}.$$

4. Необходимо корректно записать результат измерений, для этого округлим значение абсолютной погрешности до первой значащей цифры:

$$\Delta A = 0,2 \text{ см}$$

5. Запишем результат:  $l_{\text{пр}} = (7,9 \pm 0,2) \text{ см}$ .

В качестве примера косвенного измерения физической величины рассмотрим измерение длины растянутой пружины под действием груза с помощью динамометра, жесткость пружины которого равна  $k = 41 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$ .

Необходимое оборудование: груз, пружина, линейка ученическая, динамометр.

Искомое значение величины будем определять на основании известной зависимости между этой величиной и величинами, подвергаемыми прямым измерениям, следовательно, данное измерение является косвенным. Правила пользования динамометром и ученической линейкой представлены в первой части нашей работы. Далее будем использовать алгоритм для проведения косвенных измерений.

1. Получим расчетную формулу:

$$F = k \cdot \Delta l,$$

где  $k$  – коэффициент жесткости пружины.

$$\Delta l = l_{\text{пр}} - l_0$$

$$F = k(l_{\text{пр}} - l_0) = kl_{\text{пр}} - kl_0$$

$$kl_{\text{пр}} = F + kl_0$$

$$l_{\text{пр}} = \frac{F + kl_0}{k}$$

2. Цена деления динамометра равна 0,1 Н.

3. Результаты измерений

$$F = 1,5 \text{ Н}, \quad l_0 = 0,42 \text{ м}$$

4.

$$l_{\text{пр}} = \frac{1,5 + 41 \cdot 0,42}{41} = 0,46 \text{ м}$$

5. Абсолютная погрешность динамометра:  $\Delta_0 F = 0,05 \text{ Н}$ ,  
ученической линейки:  $\Delta_0 l = 0,005 \text{ м}$ .

Абсолютные инструментальные погрешности:  $\Delta_{\text{и}} F = 0,05 \text{ Н}$ ,  
 $\Delta_{\text{и}} l_0 = 0,01 \text{ м}$ .

$$\Delta F = 0,05 + 0,05 = 0,1 \text{ Н},$$

$$\Delta l_0 = 0,005 + 0,01 = 0,015 \text{ м} = 0,02 \text{ м.}$$

6. Определим относительную погрешность косвенного измерения:

$$\varepsilon = \frac{\Delta F + \Delta l_0}{F + l_0} = \frac{0,1 + 0,02}{1,5 + 0,42} = \frac{0,12}{1,92} = 0,06$$

7. Вычислим абсолютную погрешность искомой величины:

$$\Delta l = 0,06 \cdot 0,46 = 0,03 \text{ м.}$$

8. Конечный результат:  $l = (0,46 \pm 0,03) \text{ м.}$

## 2.2 Анализ формирования измерительных умений при изучении физики в основной школе

Для апробации выдвинутых нами идей, проводимого в 7 классе, обучающимся предлагается выполнить ряд работ, по результатам выполнения которых мы определим процент успешности выполнения.

Но перед этим необходимо определить уровень знаний обучающихся по метрологии, для этого проведем тестирование (приложение 1). Задание заключается в том, чтобы раздать школьникам тестовый материал, в котором нужно выбрать правильный вариант ответа, в некоторых заданиях провести небольшие расчеты.

По итогам входного тестирования, более 90% обучающихся справились с данными заданиями. Затруднения возникли с обозначением погрешности (5%) и с определением шкалы прибора (5%).

Заданием, с помощью которого мы сможем оценить эффективность разработанных нами методических рекомендаций, является лабораторная работа (приложение 2), по которой мы так же определим процент ее выполнения.

После выполнения данной лабораторной работы ученики должны: с легкостью проводить градуировку измерительных приборов, определять цену деления измерительного прибора, измерять силы.

Таблица 3 – Результаты выполнения практического задания «Градуировка динамометра и измерение силы»

№ задания	Выполняемые задания	Количество учащихся, выполнивших задание, %
1	Установка динамометра на штативе	95
2	Расчет силы тяжести	98
3	Градуировка пружины динамометра	100
4	Определение цены деления шкалы динамометра	99
5	Измерение веса цилиндров с помощью динамометра	100
6	Сопоставление измеренного веса цилиндра с помощью проградуированного и готового динамометров	95
7	Обработка результатов работы	93
8	Оформление работы, написание вывода	98

После выполнения практического задания, ученикам предлагается итоговый опрос (приложение 3), чтобы выяснить процент усвоения материала школьниками.

По проведению итогового опроса выяснили, что более 95% обучающихся выполнили задание без особых затруднений. Ученики положительно отнеслись к выполнению данного задания.

В ходе данной лабораторной работы школьники знакомятся с принципом градуировки пружинного динамометра, учатся с помощью него измерять силы. При выполнении работы особых сложностей у учеников не возникало, были небольшие проблемы с сопоставлением и обработкой результатов. В целом, большинство ребят справились на «отлично».

#### Выводы по 2 главе

В данной главе мы подробно рассмотрели вопросы экспериментального обоснования методики формирования измерительных умений у обучающихся основной школы и вопросы измерения физических величин, измерительные приборы и работа с ними. Изучили особенности

формирования измерительных умений при изучении физики в основной школе.

Мы разработали комплекс мер, способствующих повышению качества измерительных умений обучающихся в основной школе, применили данный комплекс разработанных мер на конкретных примерах.

Основное достижение главы 2 заключается в проведении ряда заданий, при выполнении которых были применены разработанные нами комплекс мер и методические рекомендации. Мы убедились в эффективности разработанных методических рекомендаций.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения апробации методических рекомендаций и написании выпускной квалификационной работы мы проанализировали состояние проблемы формирования у обучающихся измерительных умений при изучении физики в основной школе.

В процессе анализа результатов мы установили, что были выполнены все задачи и получены следующие результаты:

1. Проведен анализ психолого-педагогической литературы по исследуемой проблеме.

2. Изучены особенности формирования измерительных умений при изучении физики в основной школе.

3. Разработан комплекс мер, способствующих повышению качества измерительных навыков школьников в основной школе.

4. Данный комплекс разработанных мер был рассмотрен на конкретных примерах.

5. Проведен анализ сформированности измерительных умений при изучении физики и разработаны методические рекомендации для формирования данных умений.

На основе полученных результатов можно сформулировать следующие выводы:

I. По результатам анализа психолого-педагогической литературы можно сделать вывод, что формирование измерительных умений занимает одно из первостепенных мест в обучении физики. Особенно это важно на начальном этапе обучения физике.

II. При рассмотрении особенностей формирования измерительных умений видно, что ключевую роль играют практические задания, направленные на формирование измерительных умений.

III. Методические рекомендации по формированию измерительных умений учащихся способствует поэтапному усвоению

учениками правил и приемов работы проведения процедуры измерений, работы с физическими приборами. К необходимым условиям эффективности методики можно отнести:

- постепенное выявление уровня сформированности у обучающихся измерительных умений;
- разработка специальной системы заданий, позволяющей реализовать измерительную методику;
- выполнение учениками практических заданий, способствующих повышению качества измерительных умений обучающихся в основной школе.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Алешкевич Н. А. Основы теории измерений: тексты лекций по спецкурсу «Основы теории измерений» для студентов специальности «Физика (научно-педагогическая деятельность)» специализации «Физическая метрология и автоматизация эксперимента» / Н. А. Алешкевич, Д. Л. Коваленко; М-во обр. РБ, Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2008. – 111 с. – URL: <http://elib.gsu.by/bitstream/123456789/5018/1/Алешкевич%20Основы%20теории%20измерений.%20Тексты%20лекций.pdf> (дата обращения 07.11.2022). – Режим доступа: свободный.
2. Ананьев Д. В. Учебный эксперимент как средство развития личности учащихся на уроках физики : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Ананьев Дмитрий Владимирович. – Оренбург, 1998. – 172 с.
3. Анциферов Л. И. Практикум по методике и технике школьного физического эксперимента. Учебное пособие / Л. И. Анциферов, И. М. Пищиков. – Москва : Просвещение, 1984. – 256 с.
4. Браун А. Е. Формирование у учащихся практических познавательных умений по физике : доклад А. Е. Браун; СПбГТУ. – СПб., 2000. – URL: [http://www.erudition.ru/referat/ref/id.52889\\_1.html](http://www.erudition.ru/referat/ref/id.52889_1.html) (дата обращения 25.10.2022). – Режим доступа: свободный.
5. Важеевская Н. Е. Взаимосвязь методов обучения и методов научного познания // Теория и методика обучения физике в школе. / С. Е. Каменецкий, Н. С. Пурышева, Н. Е. Важеевская. – Москва : Академия, 2000. – С. 132-142. – ISBN 5-7695-0327-0.
6. Виктор П. А. (06.09.19). Урок 3. Физические величины и единицы их измерения [видео-урок]. – URL: <https://www.youtube.com/watch?v=E-Hps8rwGDY> (дата обращения 11.12.2022). – Режим доступа: свободный.



7. Виктор П. А. (10.09.19). Урок 4. Измерение физических величин. Цена деления шкалы измерительного прибора [видео-урок]. – URL: <https://www.youtube.com/watch?v=8sHSZK0MDsk> (дата обращения 11.12.2022). – Режим доступа: свободный.

8. Виктор П. А. (16.09.14). Урок 1. Физические величины и их измерение [видео-урок] – URL: <https://www.youtube.com/watch?v=XqCNajiaW3U>. (дата обращения 11.12.2022). – Режим доступа: свободный.

9. Дементьева Е. С. Формирование исследовательских экспериментальных умений учащихся основной школы при выполнении домашнего физического эксперимента: дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Дементьева Елена Сергеевна. – Москва, 2010. – 218 с.

10. Демидова М. Ю. Методический справочник учителя физики / М. Ю. Демидова, В. А. Коровин. – Москва : Мнемозина, 2003. – 229 с. – URL: <https://obuchalka.org/2011032553953/metodicheskii-spravochnik-uchitelya-fiziki-2003-demidova-m-u-korovin-v-a.html> (дата обращения 15.02.2023). – Режим доступа: свободный.

11. Демидова Н. В. Метрология, стандартизация и сертификация. Шпаргалки / Н. В. Демидова, В. А. Бисерова, А. С. Якорева. – Москва : ЭКСМО, 2007. – 34 с. – URL: [https://www.studmed.ru/biserova-va-demidova-nv-yakoreva-as-metrologiya-standartizaciya-i-sertifikaciya-shpargalki\\_cbf91fe5107.html](https://www.studmed.ru/biserova-va-demidova-nv-yakoreva-as-metrologiya-standartizaciya-i-sertifikaciya-shpargalki_cbf91fe5107.html) (дата обращения 24.01.2023). – Режим доступа: свободный.

12. Зуев П. В. Простые опыты по физике в школе и дома : метод. пособие для учителей / П. В. Зуев. – 3-е изд., стер. – Москва: Флинта, 2017. – 141 с. – ISBN 978-5-9765-1363-1.

13. Ивашкина Д. А. Деятельностный подход на уроках физики: организация учебного исследования. Пособие для учителей / Д. А. Ивашкина. – Москва : ИЛЕКСА, 2014. – 304 с. – ISBN 978-5-89513-291-3.

14. Измерения. Обработка результатов измерений: методическая разработка для практических занятий / сост. В. Г. Уланов. – Самара : Изд-во Самар. гос. экон. ун-та, 2015. – 52 с. – ISBN 978-5-7996-1331-0.

15. Изучение мер и формирование измерительных навыков / Электронные текстовые данные. – Москва, 2009 г. – URL: <http://www.kaknauchit.ru/> (дата обращения 08.11.2022). – Режим доступа: свободный.

16. Кабардина С. И. Элективный курс: Измерения физических величин: учебное пособие / С. И. Кабардина, Н. И. Шефер. – Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. – 151 с. – ISBN 5-94774-147-4.

17. Каменцева Е. И. Русская метрология / Е.И. Каменцева, Н.В. Устюгов, – Изд. 2-е. Учебное пособие. – Москва : «Высшая школа», 1975. – 328 с. <https://obuchalka.org/2018020298814/russkaya-metrologiya-kamenceva-e-i-ustugov-n-v-1975.html> (дата обращения 18.10.2022). – Режим доступа: свободный.

18. Карпушев А. В. Практикум по экспериментальной физике: учеб.-метод. пособие / А. В. Карпушев, Л. М. Свирская. – Челябинск: Изд-во Южно-Урал. гос. гуманит.-пед. ун-та, 2020. – 213 с. – ISBN 978-5-907409-06-4.

19. Карпушев А. В. Физический практикум: учебно-методическое пособие / А. В. Карпушев. – Челябинск: Изд-во Челяб. гос. пед. ун-та, 2015. – 218 с. – ISBN 978-5-906777-34-8.

20. Кодикова Е. С. Формирование исследовательских экспериментальных умений у учащихся основной школы при обучении физике: дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Кодикова Елена Сергеевна. – Москва, 2000. – 172 с.

21. Красикова Т. Г. Методика формирования измерительных умений в курсе физики основной школы: Выпускная квалификационная работа, научный рук. М. Д. Даммер / Т. Г. Красикова. – Челябинск, ЧГПУ, 2007 г. – 47 с.

22. Медведева С. И. Развитие интеллектуальных и практических умений учащихся на уроках физики: статья для учителей / С. И. Медведева. – URL: <http://festival.1september.ru/articles/414302/> (дата обращения 05.12.2022). – Режим доступа: свободный.
23. Перышкин А. В. Физика. 7 кл. : учеб. для общеобразоват. учреждений / А. В. Перышкин. – 2-е изд., стереотип. – М. : Дрофа, 2013. – 221 с. – Текст: непосредственный. – ISBN 978-5-358-11662-7.
24. Перышкин А. В. Физика. 8 кл. : учеб. для общеобразоват. учреждений / А. В. Перышкин. – Москва : Дрофа, 2013. – 237 с. – ISBN 978-5-358-09884-8.
25. Перышкин А. В. Физика. 9 кл. : учебник / А. В. Перышкин, Е. М. Гутник. – Москва : Дрофа, 2014. – 319 с. – ISBN 978-5-358-09883-1.
26. Разумовский В. Г. Урок физики в современной школе / В. Г. Разумовский. – Москва : Просвещение, 1993. – 239 с. – ISBN 5-09-003010-3.
27. Сауров Ю. А. Модели и моделирование в методике обучения физике: логико-методологические поиски: монография / Ю. А. Сауров. – Киров : ООО «Издательство «Радуга-ПРЕСС», 2016. – 216 с. – ISBN 978-5-9908874-5-9.
28. Сюрдо А. И. Физические основы измерений: учебное пособие / А. И. Сюрдо, Д. Ю. Бирюков. – Екатеринбург, 2013. – 144 с. – ISBN 978-5-7996-0909-2.
29. Третьякова В.А. Измерительный эксперимент в пропедевтическом курсе физики 5-6 классов: Выпускная квалификационная работа, научный рук. М. Д. Даммер / В. А. Третьякова. – Челябинск, ЮУрГГПУ, 2017 г. – 70 с. – URK: [http://elib.cspu.ru/xmlui/bitstream/handle/123456789/1703/Третьякова\\_В\\_А\\_%20бак.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://elib.cspu.ru/xmlui/bitstream/handle/123456789/1703/Третьякова_В_А_%20бак.pdf?sequence=1&isAllowed=y) (дата обращения 19.11.2022). – Режим доступа: свободный.

30. Усова А. В. Методика преподавания физики в 7-8 классе средней школы. Пособие для учителя / А. В. Усова. – Москва : Просвещение, 1990. – 319 с. – ISBN 5-09-001313-6.
31. Усова А. В. Методика преподавания физики в 8 –10 классах средней школы. / под ред. В. П. Орехова, А. В. Усовой. – Москва : Просвещение, 1980. – 320 с.
32. Усова А. В. Методика преподавания физики в 6-7 классах средней школы / под ред. В.П. Орехова и А.В. Усовой. – Москва : Просвещение, 1976. – 384 с.
33. Усова А. В. Формирование учебных умений и навыков учащихся на уроках физики: Учебное пособие / А. В. Усова, А. А. Бобров. – Москва : Просвещение, 1988. – 112 с. – ISBN 5-09-000630-X.
34. Усольцев А. П. Идеальный урок : учебное пособие / А. П. Усольцев. – 2-е изд., стер. – Москва : ФЛИНТА, 2013. – 296 с. – ISBN 978-5-9765-1589-5.
35. Фетисов В. А. Оценка точности измерений в курсе физики средней школы. Пособие для учителей / В. А. Фетисов. – Москва : Просвещение, 1974. – 96 с. – ISBN 5-09-003014-6.
36. Хорошавин С. А. Физический эксперимент в средней школе / С. А. Хорошавин. – Москва : Просвещение, 1988. – 175 с. – ISBN 5-09-000187-1.
37. Царькова О. Г. Физический практикум: для 7–10 классов с углублённым изучением физики / О. Г. Царькова. – Москва : Чистые пруды, 2008. – 32 с. : ил. – ISBN 978-5-9667-0433-9.
38. Шаулова З. В. Формирование учебных умений школьников основной школы / З. В. Шаулова, Г. Г. Гндюрмагомедов // Высшее образование сегодня. – С. 26-30. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-uchebnyh-umeniy-shkolnikov-osnovnoy-shkoly/viewer> (дата обращения 15.09.2022). – Режим доступа: свободный.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### Входной тест «Цена деления. Погрешность»

1. Что такое «цена деления» шкалы измерительного прибора?
  - a) **Наименьшее значение шкалы прибора**
  - b) Стоимость одного измерения данным прибором в коммерческих лабораториях
  - c) Наибольшее значение шкалы прибора
2. Как определить цену деления прибора?
  - a) Класс точности как правило указывается на самом приборе
  - b) **Разность соседних значений величины на приборе разделить на число делений между ними**
  - c) Умножить минимальную единицу измерения на число делений
3. Каким символом обозначается погрешность величины  $a$ ?
  - a)  $\Delta a$
  - b)  $\Delta(a)$
  - c)  $\pm a$
4. Как рассчитать погрешность измерительного прибора?
  - a) Погрешность равняется цене деления
  - b) Стандартная погрешность измерительного прибора 0,5%
  - c) **Погрешность равняется половине цены деления**
5. Что такое «шкала прибора»?
  - a) **Штрихи, указанные на его внешней стороне**
  - b) Уровни и характеристики точности данного прибора
  - c) Показатели отклонений при проведении измерений
6. Температура тела здорового человека равна  $+36,6\text{ }^{\circ}\text{C}$  – такую температуру называют нормальной. На рисунке изображены три термометра. Чему равна цена деления того термометра, который подойдет для измерения температуры тела с необходимой точностью?

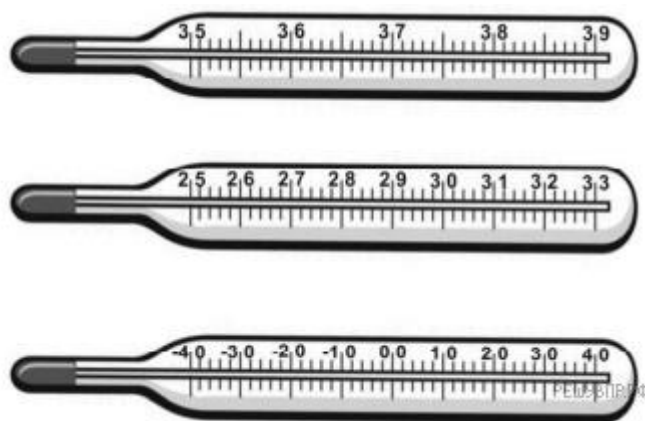


Рисунок 2

Дайте ответ в градусах Цельсия.

**Решение. Подойдет первый градусник. Его цена деления  $1:10 = 0,1$  °C.**

**Ответ: 0,1.**

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Практическое задание «Градуировка динамометра и измерение сил»

**Цель работы:** научиться градуировать пружину динамометра и измерять силу.

**Приборы и материалы:** набор грузов по 100 г, два динамометра, шкала одного из которых закрыта бумагой, штатив с муфтой, лапкой и кольцом, три разных цилиндра из набора тел по калориметрии, линейка.

Правила пользования динамометром представлены в пункте 2.1.

### Порядок выполнения работы

1. Зажмите динамометр с закрытой шкалой в лапке штатива вертикально и отметьте на бумаге нулевое положение указателя (поставьте цифру 0).

2. Рассчитайте силу тяжести, действующую на один груз, по формуле  $F_{\text{тяж}} = mg$ , принимая ускорение свободного падения равным  $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ . Убедитесь, что сила тяжести, действующая на груз, равна 1 Н.

Подвесьте груз к крючку динамометра. При этом пружина динамометра растянется. Сила упругости, возникающая в пружине при её растяжении, уравнивается силой тяжести, действующей на груз. Отметьте новое положение указателя на бумаге и поставьте цифру 1.

3. Подвешивая к динамометру два груза, три и т. д., отмечайте положения указателя. Поставьте соответственно цифры 2, 3 и т. д.

4. Снимите динамометр со штатива и проверьте, одинаковы ли расстояния между зафиксированными вами цифрами. Если вы оказались не точны, повторите градуировку.

5. Поставьте букву Н над цифрами шкалы, обозначив единицы силы. Ваш динамометр готов.

6. Какова цена деления шкалы полученного динамометра? Поставьте в середине между цифрами промежуточное деление, и цена деления уменьшится вдвое. Определите новую цену деления.

7. Сравните проградуированный вами динамометр с готовым динамометром с открытой шкалой. Определите его цену деления.

8. Измерьте вес трёх цилиндров, изготовленных из разных веществ, сначала с помощью проградуированного вами динамометра, затем с помощью динамометра, изготовленного в фабричных условиях. Результаты с учётом абсолютной погрешности измерения запишите в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты измерения

<i>№ опыта</i>	<i>Вес цилиндра, определенный с помощью проградуированного динамометра, Н</i>	<i>Вес цилиндра, определенный с помощью готового динамометра, Н</i>
1		
2		
3		

**Вывод:** в ходе данной лабораторной работы мы научились градуировать динамометр, получать шкалу с любой (заданной) ценой деления и с ее помощью измерять силы.



### ПРИЛОЖЕНИЕ 3

#### Итоговый опрос «Итоговый контроль»

1. Какие трудности у Вас возникли при выполнении практического задания?

- А) определение цены деления шкалы динамометра;
- Б) градуировка динамометра;
- В) пользование динамометром;
- Г) затруднение в расчетах;
- Д) другое \_\_\_\_\_ .

2. Чему научились при выполнении практического задания? Что нового Вы узнали?

- А) определять цену деления шкалы динамометра;
- Б) пользоваться динамометром;
- В) рассчитывать силу тяжести;
- Г) измерять вес цилиндра с помощью динамометра;
- Д) градуировать пружину динамометра.

3. Понравилось ли Вам выполнять практическое задание?

- А) Да
- Б) Нет