



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

**«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГУМАНИТАРНО-
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ»)**

**ФАКУЛЬТЕТ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ
КАФЕДРА ФИЗИКИ И МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ**

**Тема выпускной квалификационной работы
История изучения физических величин в школе как средство реализации
метапредметности в обучении физике
Выпускная квалификационная работа
по направлению 44.03.05. Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)**

**Направленность программы бакалавриата
«Физика. Английский язык»**

Проверка на объем заимствований:

55,44 % авторского текста

Работа рекомендована к защите

«11» апреля 2019 г.

зав. кафедрой ФимОФ

Беспаль И. И.

Выполнила:

Студентка группы ОФ-513/085-5-1
Костромитина Анна Максимовна

Научный руководитель:

доктор педагогических наук, профессор
Даммер Манана Дмитриевна

Челябинск

2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
ГЛАВА 1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ НАУЧНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ПО ИССЛЕДУЕМЫМ ПРОБЛЕМАМ	6
1.1 Сущность понятий «метапредметные знания» и «метапредметные умения»	6
1.2 Значение знаний по истории физики для учителя физики и основные трудности обновления содержания физического образования	10
1.3 Определения физической величины в литературе.....	14
1.4 История создания систем единиц	17
1.5 Физические величины как один из важнейших элементов системы физических понятий в школьном курсе физики	27
1.6 Формирование понятия о физических величинах.....	31
Выводы по первой главе	39
ГЛАВА 2. МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАТЕРИАЛА ПО ИСТОРИИ ИЗУЧЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН	41
2.1 Требования к разработке материала по истории изучения физических величин	41
2.2 Задания к дидактическим карточкам по истории изучения физических величин	42
2.3 Апробация методической разработки	49
Выводы по второй главе.....	49
Заключение	51
Библиографический список	53
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	56
ПРИЛОЖЕНИЕ 2.....	60

Введение

На сегодняшний день такие понятия как «метапредметность», «метапредметное обучение», «метапредметный подход» имеют особое значение в образовательном процессе.

Необходимо заметить, что метапредметный подход входит в основу федерального государственного образовательного стандарта.

Согласно Закону об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования, метапредметные результаты освоения основной образовательной программы основного общего образования должны отражать следующие умения:

1. Умение самостоятельно определять цели своего обучения, ставить и формулировать для себя новые задачи в учебе и познавательной деятельности, развивать мотивы и интересы своей познавательной деятельности;

2. Умение самостоятельно планировать пути достижения целей, в том числе альтернативные, осознанно выбирать наиболее эффективные способы решения учебных и познавательных задач;

3. Умение соотносить свои действия с планируемыми результатами, осуществлять контроль своей деятельности в процессе достижения результата, определять способы действий в рамках предложенных условий и требований, корректировать свои действия в соответствии с изменяющейся ситуацией;

4. Умение оценивать правильность выполнения учебной задачи, собственные возможности ее решения;

5. Умение определять понятия, создавать обобщения, устанавливать аналогии, классифицировать, самостоятельно выбирать основания и критерии для классификации, устанавливать причинно-следственные связи, строить логическое рассуждение, умозаключение (индуктивное, дедуктивное и по

аналогии) и делать выводы;

6. Умение создавать, применять и преобразовывать знаки и символы, модели и схемы для решения учебных и познавательных задач;

7. Формирование и развитие компетентности в области использования информационно-коммуникационных технологий; развитие мотивации к овладению культурой активного пользования словарями и другими поисковыми системами;

8. Формирование и развитие экологического мышления, умение применять его в познавательной, коммуникативной, социальной практике и профессиональной ориентации.

Таким образом, можно заметить, что методические разработки по метапредметному обучению являются актуальными для нынешнего поколения. Формируемые умения имеют большую значимость для современного общества.

Целью исследования является методика изучения физических величин в их историческом развитии.

Объект исследования: процесс обучения физике.

Предмет исследования: процесс формирования понятия о физических величинах в школьном курсе физики.

Задачи исследования:

1. Рассмотреть сущность понятий метапредметных знаний и умений, проанализировав научно-педагогическую литературу по данной теме;

2. Изучить литературу по истории физики и выявить состояние проблемы формирования понятий о физических величинах в их историческом развитии в школьном курсе физики;

3. Разработать учебный материал по истории изучения физических величин для включения в учебный процесс.

4. Апробировать разработанный материал по истории изучения физических величин.

Методической базой нашего исследования являются такие методы как анализ научной литературы по представленной теме, конструирование учебного материала в различных формах и его апробация.

Этапы проведения исследования:

1 этап — январь–февраль 2018г. — ознакомление с проблемой исследования, подбор и изучение литературы по проблеме;

2 этап — март–май 2018г. — анализ литературы по истории физики и выявление состояния проблемы формирования понятий о физических величинах в их историческом развитии в школьном курсе физики.

3 этап — январь–февраль 2019г. — разработка и выполнение дидактических карточек по истории изучения физических величин, а также составление заданий, выполняемых обучающимися во время работы с ним;

4 этап — март–апрель 2019г. — апробация разработанного материала и создание рекомендаций по использованию дидактических карточек по истории изучения физических величин;

5 этап — май–июнь 2019г. — подведение итога работы; оформление текста выпускной квалификационной работы.

Экспериментальной базой нашего исследования стал МАОУ «Лицей № 82» города Челябинска, в 7Б классе которой был проведен урок с использованием разработанных нами дидактических карточек по истории изучения физических величин и заданий по ним.

Все результаты, полученные в ходе исследования, представлены в данной работе.

ГЛАВА 1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ НАУЧНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ПО ИССЛЕДУЕМЫМ ПРОБЛЕМАМ

1.1 Сущность понятий «метапредметные знания» и «метапредметные умения»

Введение в школу новых образовательных стандартов стало результатом появления значительных изменений в теоретическом и практическом аспекте при обучении. Такое понятие как метапредметность становится актуальным на всех этапах планирования образовательного процесса, а также при проектировании содержания образования. Однако внедряя метапредметный подход в практику, мы сталкиваемся с существенными затруднениями, поскольку на сегодняшний день ещё не сложились четкие представления о сущности данного понятия.

Перед нами встает множество вопросов. Что же такое метапредметность, метадеятельность, метазнания, метаспособы? Как эти понятия взаимодействуют друг с другом? Что такое метапредметы? Как их разработать занятия для них или возможно они уже существуют в имеющихся методических разработках? Будет ли их вести учитель определенной специальности или сразу несколько учителей? Как найти возможность включения метапредметов в учебный план при имеющейся перегрузке учебного материала по тем или иным предметам? Как связать необходимость реализации принципа метапредметности в обучении с подготовкой к ЕГЭ и другим экзаменам? Какие пути обеспечения принципа метапредметности существуют в школе на данный момент? Существуют ли какие-либо определённые технологии и методики, способствующие формированию метапредметных результатов? Эти и многие другие вопросы не являются риторическими: от степени их понимания каждым учителем и руководителем школы, от характера разрешения данных вопросов в индивидуальной

образовательной практике каждого конкретного педагогического работника, каждой образовательной организации, системы образования в целом зависит качество современного образования, результативность государственной образовательной политики, инструментом реализации которой выступает ФГОС нового поколения.

В Федеральном государственном образовательном стандарте основного и среднего общего образования представлены определенные требования к метапредметным результатам освоения основной образовательной программы. В основной школе к ним относятся следующее: умение использовать в учебной, познавательной и социальной практике межпредметные понятия и универсальные учебные действия; способность самостоятельно планировать и осуществлять учебную деятельность, а также выстраивать индивидуальную образовательную траекторию. Немаловажным является умение организовать учебное сотрудничество с педагогами и сверстниками. В средней школе к уже имеющимся требованиям добавляются новые: владение навыками учебно-исследовательской, проектной и социальной деятельности. В более подробном описании в требованиях к метапредметным результатам приводится перечень умений различного характера (познавательного, организационного, рефлексивного и др.) [25]. Таким образом, в стандартах практически не представлена содержательная составляющая метапредметных достижений учащихся. Метапредметные умения упоминаются лишь косвенно. Это свидетельствует о том, что данное понятие авторами стандартов представлено недостаточно четко.

На сегодняшний день концепция А.В. Хуторского об метапредметности в образовании является наиболее целостной. В ней образование понимается как созидание, создание человеком образовательных продуктов, как внутренних, так и внешних. Целью образования является не освоение учебной деятельности, а в большей степени генерация и производство

образовательного результата, имеющего ценность не только для ученика, но и для окружающего его общества и мира в целом.

Проектирование образования человека с позиций выявления и реализации его потенциала привело к необходимости выявления и построения его метапредметного содержания. Основанием такого содержания автор считает фундаментальные образовательные объекты — ключевые сущности, отражающие единство мира и концентрирующие в себе реальность познаваемого бытия. Это узловые точки основных образовательных областей, благодаря которым существует реальная область познания и конструируется идеальная система знаний о ней [28].

С методической точки зрения на основе фундаментальных образовательных объектов происходит генерализация содержания учебного предмета и обеспечение индивидуальной образовательной траектории учащихся.

Деятельность по изучению метапредметного содержания есть метапредметная образовательная деятельность.

Несмотря на то, что А.В. Хуторской уделяет большое внимание выделению метапредметного содержания учебного предмета, мы считаем, что данное содержание им представлено неоднозначно. Главное здесь — расплывчатость представлений о фундаментальных образовательных объектах. Автор не относит их к какой-либо категории элементов научного знания, не выделяет, к каким именно областям познания они относятся. Ведь на сегодняшний день любой объект изучается какой-либо одной наукой или несколькими, при этом каждая его рассматривает со своих позиций. Кроме этого, в концепции автора недостаточно раскрыты связи и отношения метапредметного и предметного содержания образования. Здесь автор предлагает, на наш взгляд, не очень рациональный путь реализации метапредметного содержания — введение новых предметов, а именно

«метаяпредметов», построенных на фундаментальных образовательных объектах. Метапредметная сущность может быть познана только на основе предметного содержания в результате обобщений, сравнений, абстрагирования и т. д. Искусственное же отделение метапредмета не будет способствовать формированию целостного мировоззрения школьника, не говоря уже о сомнительных дидактических возможностях «маленького» учебного предмета, изучаемого раз в неделю, или в течение одного-двух месяцев.

Рассмотрим еще одну концепцию метапредметности в обучении — Н.С. Пурышевой и О.А. Крысановой. В ней большое внимание уделяется раскрытию понятия «универсальные учебные действия». Рассмотрены его связи и отношения с понятиями «общеучебные умения и навыки», «метапредметные умения», выстроена их иерархия. Универсальность общеучебных умений и учебных действий авторы связывают с их проявлением на социальном, образовательном и личностном уровнях. При этом методологизация на специальном (в рамках конкретной предметной области) и общем уровнях рассматривается как механизм формирования общеучебных умений и навыков и метапредметных (общекультурных) умений. Уровни сформированности умений рассматриваются как степени обобщения и определяются в зависимости от того, в решении каких задач демонстрирует его ученик: из различных учебных предметов (общеучебные умения) или выходящих за рамки учебных предметов (метапредметные умения) [15].

Целостность данной концепции обеспечивается не только теоретическим уровнем представления метапредметной деятельности учащихся, но и раскрытием механизмов формирования соответствующих умений, разработкой инновационных средств их формирования и технологий работы с ними, а также технологии методической работы учителей различных предметов по обеспечению метапредметных достижений учащихся. Что же

касается метапредметного содержания обучения, здесь авторы практически полностью соглашаются с взглядами А.В. Хуторского.

Несмотря на различие взглядов, можно выделить общие положения о метапредметности в обучении в концепциях различных авторов:

1. В метапредметных результатах освоения основных образовательных программ выделяются содержательные и деятельностные компоненты.

2. В обучении возрастает роль процедурных и оценочных знаний, уменьшается доли информационных знаний, вводятся рефлексивные знания, расширяются межпредметный и надпредметный контексты знаний [15].

Таким образом, способы метапредметной деятельности связаны с метапредметным содержанием, реализуются на его основе, и именно с него следует строить концепцию метапредметности в целом. Как было уже сказано, в образовательном стандарте метапредметное содержание представлено лишь межпредметными понятиями.

1.2 Значение знаний по истории физики для учителя физики и основные трудности обновления содержания физического образования

Основной задачей в преподавании физики является не только предоставление учащимся информации о тех или иных научных фактах, законах и теорий, но и знакомство школьников с историей открытия законов и разработки теорий. Учитель физики не может давать учащимся знания как что-то неизменное и остающееся на одном уровне развития. Учителю следует раскрывать диалектически противоречивый характер развития науки, показывать, как ученые от менее глубоких и точных знаний приходили к достижению более широким знаниям, давать понятия и законы в их историческом развитии; раскрывать борьбу взглядов и идей. Например, борьбу корпускулярной теории света, — с одной стороны и Гюйгенсом, сторонником волновой теории света, — с другой стороны. Или, например, борьбу, которая

велась в VII–VI вв. до н.э. между представителями религии, доказывавшим существование сверхъестественных сил и создание мира Богом, — с одной стороны, и древнегреческими атомистами, доказывавшими вечность мира, его материальность, его изменчивость по своим законам, без каких-либо сверхъестественных сил, божеств, — с другой стороны.

Борьба с религией, ее догматами стоила жизни Джордано Бруно, а такие ученые, как Галилей, Коперник подвергались непрерывным нападкам церкви и находились под постоянным ее наблюдением.

Ознакомление учащихся с этими фактами из истории науки играет важную роль в формировании у них научного мировоззрения.

Ознакомление учащихся с жизнью и деятельностью выдающихся прогрессивных ученых-физиков (например, Г. Галилея, А.Г. Столетова, А.С. Попова, Жолио-Кюри, И.В. Курчатова) играет важную роль в воспитании у учащихся чувства гражданского долга, активной жизненной позиции.

Наконец, знание истории физики помогает учителю в воспитании у своих учеников интереса к предмету физики, что достигается раскрытием имевших место в истории науки проблемных ситуаций, когда вновь открытые явления, факты приходили в противоречие с существовавшими концепциями, теориями; решением задач с историческим содержанием, задач-парадоксов, ознакомлением с историей тех или иных открытий.

Знание истории физики помогает сделать преподавание предмета более эмоциональным, интересным для учащихся.

Знакомя учащихся с историей открытия законов физики, создания теорий, возникновения идей, учитель имеет возможность показать учащимся, что физика является плодом коллективной работы, труда исследователей различных стран, различных наций, представителей различных классов.

На съезде физиков, проходившем в июне 2000 года в МГУ им. Ломоносова, по вопросу физического образования в XXI веке было

установлено, что у отдельных учеников выпускных классов нет верного представления о ценности важнейших работ отечественных ученых. У выпускников отмечают слабые знания фактического материала о деятельности и времени жизни того или иного ученого; они не могут воспроизвести фамилии отечественных ученых, не верно определяют имена ученых, присваивают им посторонние изобретения. В итоге можно сделать вывод о важности использования краеведческого и исторического материала в процессе обучения физике [27].

Существенные трудности развития содержания физического образования могут быть связаны со следующими причинами:

1. Учебные планы в школе перегружены, и для изучения физики нет дополнительного времени без вреда для других предметов. При этом физику нужно изучать в больших объемах, чем на данный момент. Решение этой проблемы связано, во-первых, с исключением определенных разделов или тем из учебной программы, или заменой их новыми разделами, во-вторых — с созданием методик более интенсивного обучения.

2. Научные факты, которые относятся к достижениям физики XXI в. объективно плохо доступны пониманию среднего школьника и в достаточной мере сложны.

В процессе обновления модели образования истории физики в обучении школьников на данный момент отводится более значительная роль, чем было ранее. Например, появляются элективные курсы по естествознанию, истории и физике, которые предлагаются для профильных групп и классов. Однако, учителя сталкиваются с различными проблемами из-за отсутствия специальных методических и учебных пособий, учебных программ.

Литература, которая была издана в 70-80 гг. несет на себе, идеологический отпечаток того времени и не соответствует требованиям к содержанию современного физического образования. Научно-мировоззренческие функции

истории физики остались не определены, и материал выглядит как информационное отступление. При реализации историко-методологического подхода в обучении дисциплине могут быть найдены решения вопросов формирования у учащихся научного мировоззрения и становления личности.

В методике преподавания физики проблемам использования сведений по истории физики уделялось значительное внимание в работах таких ученых, как Л.Я. Зорина, С.Р. Филонович, В.В. Завьялов, Г.М. Голин, П.С. Кудрявцев, В.Н. Мощанский, А.В. Усова, Е.В. Савелова, Б.И. Спасский и др. [1-2,5-10]. Большая часть из них посвящена развитию познавательного интереса учащихся на основе применения данных и фактов из истории развития техники и науки в учебном процессе.

Изучение исторических фактов в процессе обучения физике по своей сути понимает дополнение в содержание изучаемого материала сведений из истории развития (становления, рождения, сегодняшнего состояния и перспектив) науки.

Поэтому, в трудах авторов, указанных выше, исследуются и рассматриваются проблемы:

1. Усиление интереса школьников к физике; создания у них отдельных элементов научного мировоззрения;
2. Определяются виды учебного материала с историческим содержанием; устанавливаются возможные пути введения его в учебный процесс при изучении дисциплины, уточняются важные правила выбора исторического материала.

Анализ научно-методической литературы позволяет сделать вывод, что изучение истории физики является одним из главных принципов научного познания. При этом система обучения физике испытывает изменения, которые формулируются в следующих подходах: дедуктивно-аксиоматическом, историко-индуктивном, и историко-методологическом, отличительным

свойством которых является урегулирование проблемы соотношения исторического и логического в науке и внедрение его в процесс обучения. При обнаружении современной роли исторических фактов и различных функций в обучении, а также их систематическом использовании, мы считаем, что вопрос о соотношении исторического и логического материала может быть решен.

Следовательно, необходимо дальнейшее исследование и разработка методических материалов, использующих историю физики для обучения дисциплине. Эта потребность подтверждается необходимостью становления мировоззренческой функции школьного естественнонаучного образования и побуждает проведение исследований в этом ключе.

Психолого-педагогической основой данной работы явились труды современных психологов и дидактов, классиков психологии и педагогики, по организации процесса обучения, теории развивающего и проблемного обучения.

Значение истории физики заключается в том, что без прошлого не бывает будущего. Но в то же время трудности, связанные с обновлением содержания физического образования, заключаются в непрерывном и динамичном развитии физики как науки, в задержке проникновения новых открытий в педагогическую сферу. Хотя процесс мировой глобализации способствует взаимодействию педагогики и физики.

1.3 Определения физической величины в литературе

В стандарте ГОСТ 16263 – 70 «ГСИ. Метрология. Термины и определения» сказано: «физическая величина — свойство, общее в качественном отношении многим физическим объектам (физическим системам, их состояниям и происходящим в них процессам), но в количественном отношении индивидуальное для каждого объекта».

Разберемся подробнее в тексте этого определения. Возьмем, например, такое свойство, как длина. Она действительно применяется для характеристики многих совершенно разных объектов. В механике — это длина пути, в электричестве — длина проводника, в гидравлике — длина трубы, в теплотехнике — толщина стенки радиатора и т.д. Но значение длины у каждого из перечисленных объектов различно. Длина автомобиля равна нескольким метрам, длина рельсового пути или провода высоковольтной линии электропередач — многим километрам, а толщину стенки радиатора проще оценивать в миллиметрах. Так что это свойство действительно индивидуально для каждого объекта, хотя природа длины во всех перечисленных примерах одна и та же.

В словаре-справочнике М. Юдина и др. (1989 г.) это определение звучит несколько иначе: «физическая величина (величина) — характеристика одного из свойств физического объекта (физической системы, явления или процесса), общая в качественном отношении многим физическим объектам, но в количественном отношении индивидуальная для каждого объекта». В этом, таком же на первый взгляд определении появляется важное дополнение: физическая величина — это не свойство, а характеристика одного из свойств.

В метрологическом справочнике А. Чертова (1990 г.) это определение дополняется новыми словами о том, что термин «физическая величина» применяется для материальных систем и объектов.

Обратим также внимание на то, что в приведенных выше определениях понятие «физическая величина» не связано напрямую с процессом измерений. Ведь имеются физические величины, которые не измеряются, а рассчитываются. Например, в работе С.А. Суровикиной (2004 г.) определение физической величины звучит так: это «количественная характеристика свойств тел, явлений или процессов, которую можно выразить в процессе измерений или вычисления».

К.К. Гомоюнов (1983 г.) также пишет: «физическую величину можно рассматривать как мысленную модель свойства. Более конкретно — как количественное выражение свойства или как количественное знание о свойстве». При таком подходе включение в понятие «физическая величина» процесса измерения не обязательно.

Физических систем может быть сколько угодно, это ведь модели. В каждой физической системе может рассматриваться сколько угодно форм движения, это тоже модели. Наконец, каждая форма движения имеет свои свойства. Пусть даже этих свойств будет немного, но, умножив количество свойств на количество форм движения, а затем на количество физических систем, мы получим огромное число.

Физических величин в метрологических справочниках насчитывается очень много. Однако мы интуитивно чувствуем, что их число может оказаться меньшим, чем то, что есть в справочниках. Или, по крайней мере, многие физические величины как бы повторяют друг друга в разных разделах физики, только в новом качестве. Причина в том, что в современной физике и технике наблюдаются, по нашему мнению, три серьезных недостатка (И. Коган, 1998г.).

Первый недостаток заключается в том, что одни и те же по своему физическому содержанию величины в разных разделах физики называют по-разному и обозначают разными символами. И вследствие этого одному узкому специалисту не всегда удастся понять другого узкого специалиста, хотя говорить они могут об одном и том же. Выход видится таким: если уже поздно менять названия и символы, то, может быть, следует хотя бы четко указать, какие величины в одном разделе физики соответствуют величинам в другом разделе.

Второй недостаток заключается в том, что одни и те же по своему физическому содержанию закономерности в разных разделах физики и

техники записываются порой по-разному, и это тоже вводит в заблуждение узких специалистов. И здесь видится аналогичный выход из положения: надо найти обобщенную форму записи родственных закономерностей в разных разделах физики и техники. А это, в свою очередь, сможет помочь находить новые еще неизвестные науке закономерности в постоянно появляющихся новых разделах физики и техники.

Нельзя сказать, что ничего в этом направлении не сделано. Больших успехов добилась теория физических аналогий. Но аналогии — это совпадения, которые могут оказаться, а иногда и оказываются случайными. Энергодинамика подводит под физические аналогии строгую теоретическую базу, доказывая, что физические аналогии вытекают из законов природы, но только базирующихся на обобщенных закономерностях.

Третий недостаток заключается в том, что при взгляде на перечни физических величин в метрологических справочниках становится непонятно, чем руководствовались авторы справочников, располагая физические величины в какой-то последовательности. При этом в разных справочниках последовательность расположения величин тоже разная. Непонятно, по какой причине одна величина стоит в перечне величин раньше другой? Возможно, у авторов справочников имеются на это какие-то основания, но они не поясняются.

По этим причинам на данный момент существует немало авторов различных систем физических величин, которые пытаются исправить вышеописанные недостатки.

1.4 История создания систем единиц

Историю метрических систем единиц измерений принято излагать, начиная с 1790 г., когда Академия революционной Франции решила революционизировать национальную систему единиц длины — туаз-фут-

дюйм-линия — и предложить ее в качестве международной. Однако идея разработки и принятия единой межгосударственной (глобальной) системы мер (на том этапе и уровне развития метрологии, именно мер, а не единиц) имела длительную предысторию.

Первые общегосударственные (частично даже межгосударственные) системы мер возникли очень давно. По традиционному счету интервалов времени (без учета новаций Фоменко) не менее четырех тысячелетий «тому назад», в Древнем Вавилоне (Халдее). Следующим «объектом» был Древний Египет. Системы мер обеих цивилизаций имели ряд одинаковых, даже одноименных мер. Например, локоть и фут (дошедшие до наших дней).

Для упомянутых выше цивилизаций наличие единых систем мер было естественным и жизненно необходимым. Без этих систем (они включали также меры веса и объема) было невозможно управление государством, учет его доходов, определение размеров и сбор налогов, торговля, включая таможенные операции, вооружение и содержание армии и многое другое.

Опыт Вавилона и особенно Египта был воспринят и Древним республиканским и императорским Римом (в меньшей степени — Грецией, не являвшейся монолитным государством), во многом Россией и ее предшественницей — Киевской Русью. Трудно сказать, знали ли французские академики о древних системах мер. Археология в это время только зарождалась. Ж. Шампольон — первопроходец в деле чтения египетских иероглифов — родился именно в 1790 г. Так что, скорее всего, к этой идее они пришли независимо.

Сложнее обстояло дело в Европе XVI-XVIII веков. Каждое государство имело свою монетную систему и систему мер, что становилось тормозом для торговли, развития ремесел и промышленности и т.п. В этой обстановке и стали рождаться идеи разработки единой, межгосударственной системы мер. Ее сторонниками и пропагандистами были многие видные ученые и

промышленники. В их числе можно назвать Д. Уатта, еще в 1783 г. предложившего свой вариант будущей метрической системы, П.С. Лапласа, по настоянию которого метр был определен именно как часть земного меридиана.

Российские ученые и государственные деятели и в этом вопросе, хотя бы теоретически, оказались «впереди Европы». Речь идет о Комиссии об учреждении весов и мер, образованной еще в 1736 г.

Комиссия весьма широко понимала объем своих работ. Первоначально она предполагала даже положить в основу русской системы мер некоторые физические постоянные (размеры градуса земного меридиана и вес чистой воды или золота). Она обсуждала также вопрос об использовании десятичного принципа для соотношений между дольными и кратными единицами. Таким образом, Комиссия до некоторой степени пыталась решить те вопросы, которые в дальнейшем были решены создателями метрической системы мер во Франции. Однако осуществление столь грандиозного плана наталкивалось в России того времени на слишком крупные препятствия, и потому он не был проведен в жизнь.

Система единиц Гаусса

В 1832 г. немецкий математик К. Гаусс предложил методику построения системы единиц как совокупности основных и производных. Он построил систему единиц, в которой за основу были приняты три произвольные, независимые друг от друга единицы — длины, массы и времени. Все остальные единицы можно было определить с помощью этих трех. Такую систему единиц, связанных определенным образом с тремя основными, Гаусс назвал абсолютной системой. За основные единицы он принял миллиметр, миллиграмм и секунду.

В дальнейшем с развитием науки и техники появился ряд систем единиц физических величин, построенных по принципу, предложенному Гауссом,

базирующихся на метрической системе мер, но отличающихся друг от друга основными единицами.

Система СГС

Система единиц физических величин СГС, в которой основными единицами являются сантиметр как единица длины, грамм как единица массы и секунда как единица времени, была установлена в 1881 г.

Система единиц Гаусса, система электрических и магнитных величин с основными единицами сантиметр, грамм и секунда, в которой диэлектрическая и магнитная проницаемости являются безразмерными величинами, причём для вакуума они приняты равными единице. Единицы электрических величин в системе единиц Гаусса равны единицам абсолютной электростатической системы СГСЭ, а единицы магнитных величин — единицам абсолютной электромагнитной системы СГСМ, в связи с чем систему единиц Гаусса часто называют симметричной системой СГС. Эта система названа в честь К. Гаусса, высказавшего в 1832 году идею создания абсолютной системы единиц с основными единицами миллиметр, миллиграмм и секунда и разработавшего эту систему (совместно с В. Вебером) для измерений магнитных величин.

Ниже представлено описание эталонов некоторых основных физических единиц.

Единица длины — метр

Метр был впервые определен как одна десятимиллионная часть четверти Парижского меридиана. Измерения части дуги этого меридиана были произведены при установлении Метрической системы мер комиссией ученых, созданной Парижской Академией наук. На основе этих измерений был изготовлен прототип метра, утвержденный Национальным собранием Франции в 1799 г.

Прототип (эталон) метра представлял собой платиновую линейку шириной около 25 мм, толщиной около 4 мм с расстоянием между концами,

равным одному метру. Этот прототип, получивший название «метр Архива», хранится в Национальном Архиве Франции.

Позднее выяснилось, что при повторных измерениях метр не может быть точно воспроизведен из-за неизбежных ошибок, допускаемых при измерениях, а также из-за отсутствия точных данных о фигуре Земли. Поэтому пришлось отказаться от «естественного» эталона метра и принять в качестве исходной меры длины «Метр Архива». По нему был изготовлен 31 эталон из платино-иридиевого сплава. Один из них (эталон № 6), как наиболее точно воспроизводивший «метр Архива», по постановлению I Генеральной конференции по мерам и весам (1889 г.) был утвержден в качестве Международного прототипа метра. Этот эталон представляет собой стержень длиной 102 см.

Поперечное сечение его изображено на рисунке 1 (размеры указаны в миллиметрах). На обоих концах стержня на специально отполированных участках нанесены по три поперечных и два продольных штриха (рис. 2). Расстояние между осями средних штрихов было принято за 1 м.

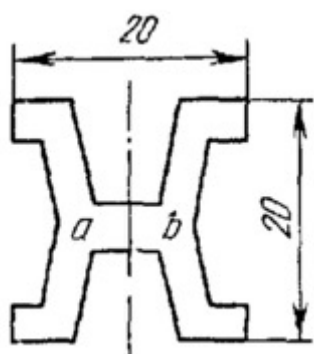


Рисунок 1 – Эталон метра

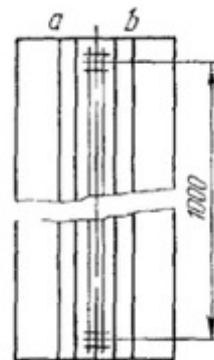


Рисунок 2 – Штриховой эталон метра

Определение метра с помощью штрихового эталона неудовлетворительно в двух отношениях. Во-первых, штриховой эталон метра является искусственным и в случае утраты не может быть воспроизведен. Во-вторых, это определение не обеспечило необходимой точности. Ширина штрихов, нанесенных на прототипе метра и устанавливающих его длину, составляет 10 мкм. При сличении эталонов

метра с прототипом неизбежно допускалась абсолютная погрешность не менее 0,1 мкм или относительная погрешность $1 \cdot 10^{-7}$.

Поэтому было решено отказаться от штрихового эталона метра и связать единицу длины с какой-нибудь «естественной» мерой, взятой из природы. Удобной для этих целей оказалась длина электромагнитной волны.

Известно, что излучения раскаленных паров и газов дают линейчатые спектры. Каждая линия спектра данного газа соответствует переходу электрона в атоме с одной орбиты на другую или, говоря точнее, переходу атома из одного стационарного состояния в другое. Если энергия атома в первом состоянии E_1 , а во втором E_2 , причем $E_1 > E_2$, то при переходе из первого состояния во второе атом излучает фотон, частота ν и длина волны λ которого определяются из соотношения:

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{(E_1 - E_2)}{h}$$

где c — скорость электромагнитных волн в вакууме, h — постоянная Планка.

Длины волн спектральных линий подчиняются строгим закономерностям и при определенных условиях излучения остаются постоянными. Поэтому длина волны, соответствующая какой-нибудь спектральной линии, или некоторое число этих длин волн может быть принято за естественный эталон длины.

Но спектральные линии в линейчатых спектрах не являются строго монохроматическими, т. е. каждая линия содержит не одну длину волны λ , а некоторый интервал длин волн $\Delta\lambda$ вблизи длины волны λ . Иначе говоря, каждая спектральная линия обладает некоторой шириной. Ширина линий различна не только в спектрах разных элементов, но и в пределах данного спектра. Ясно, что чем меньше интервал $\Delta\lambda$ спектральной линии, тем точнее можно определить длину волны данной линии. Поэтому в качестве

эталона длины выгоднее брать длину волны, соответствующую узкой спектральной линии.

Ширина данной спектральной линии может меняться в зависимости от условий излучения. Эта зависимость для разных линий также различна. Ясно, что чем меньше меняется ширина линий от внешних условий, тем точнее можно определить длину ее волны. Поэтому в качестве эталона длины выгоднее брать длину волны, соответствующую такой линии, ширина которой более стабильна.

Из сказанного вытекает, что в качестве эталона длины следует выбрать излучение такого элемента, в спектре которого имеется наиболее узкая линия, отличающаяся в то же время максимально возможным постоянством ширины. В результате многочисленных исследований было найдено, что наилучшим образом этим двум требованиям удовлетворяет оранжевая линия в спектре криптона-86 (^{86}Kr), которая соответствует переходу между уровнями $2p_{10}$ и $5d_5$. В связи с этим на XI Генеральной конференции по мерам и весам (1960 г.) было дано определение:

«Метр равен длине $1.650.763,73$ длин волн излучения в вакууме, соответствующего переходу между уровнями $2p_{10}$ и $5d_5$ атома криптона-86».

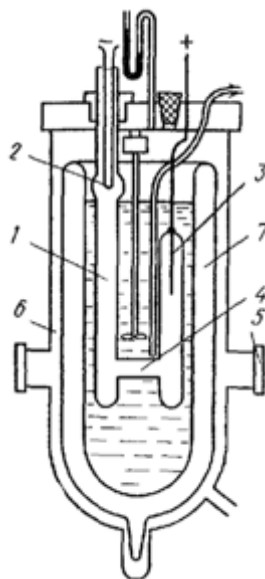


Рисунок 3 – Криптоновая лампа

Воспроизведение метра на основе сравнения его с длиной волны света производится посредством криптоновой лампы (рис. 3). Она представляет собой U-образную стеклянную трубку 1, заполненную криптоном-86. Пропуская электрический ток через введенные в трубку электроды 2 и 3, можно вызвать свечение криптона в капилляре 4 с внутренним диаметром 2÷4 мм. Излучение криптона через окошечко 5 в защитном кожухе 6 лампы выводится наружу к компаратору, с помощью которого производится сличение эталонов длины с длиной волны света. В криптоновой лампе используется газ с содержанием ^{86}Kr не менее 99% при температуре — 210°C (тройная точка азота). Для поддержания постоянной температуры трубка с криптоном помещается в дьюаровский сосуд 7 с жидким азотом, охлажденным до тройной точки. Плотность разрядного тока в капилляре должна быть $(3\pm 1)\cdot 10^3 \text{ A/m}^2$. При таком режиме работы криптоновой лампы обеспечивается достаточно высокая когерентность оранжевого излучения.

Криптоновый эталон в сравнении со штриховым повышает точность воспроизведения метра на один порядок (примерно в 10 раз).

В Государственный первичный эталон метра входят:

- 1) источник излучения, представляющий собой газоразрядную лампу с изотопом криптона-86;
- 2) интерферометр для измерения длины мер;
- 3) спекроинтерферометр для измерения длин световых волн.

Единица длины с помощью современного эталона метра воспроизводится с относительной погрешностью $3\cdot 10^{-8}$. И погрешность эта не может быть существенно понижена. Поэтому для дальнейшего повышения точности воспроизведения единицы длины необходимы иные источники излучения, обладающие большей степенью когерентности, чем криптоновая лампа. Такими источниками являются лазеры. В настоящее время в метрологии

существует новый эталон длины на основе лазера. Основной частью данного эталона является дальномер электронного тахеометра.

Принцип работы комплекса основан на регистрации минимумов сигналов двухчастотной интерференции с высоким разрешением и низкой инструментальной погрешностью.

Конструкция комплекса представляет собой измерительную линию длиной до 60 м, выполненную в виде горизонтальной направляющей, по которой перемещается каретка с отражателями. Положение каретки измеряется с погрешностью до 2 микрон с помощью абсолютного дальнометра на основе двухмодового гелий-неонового (He-Ne) лазера ЛГВС-21/1. Лазер генерирует две моды с ортогональными поляризациями и мощностью излучения в каждой моде приблизительно 0,4 мВт. Межмодовый интервал составляет 643 МГц. Оптические частоты этого лазера стабилизированы по линии усиления He-Ne среды. Лазер имеет систему стабилизации межмодового интервала оптического излучения. Вдоль измерительной линии расположено 32 прецизионных датчика температуры, а также измерители давления, влажности и содержания углекислого газа. С одной стороны измерительного комплекса расположено место для установки поверяемых приборов [16-17,20].

Единица массы — килограмм

Государственным стандартом «Единицы физических величин» принято следующее определение:

«Килограмм равен массе международного прототипа килограмма».

При установлении Метрической системы мер за единицу массы, названную килограммом, впервые была принята масса одного кубического дециметра чистой воды при 4°C. На основе такого определения был изготовлен прототип килограмма — платино-иридиевый цилиндр с высотой 39 мм и таким

же диаметром. Этот прототип — «килограмм Архива», как и «метр Архива», хранится в Национальном Архиве Франции.

Произведенные в XIX в. более точные измерения показали, что масса 1 дм³ воды на 0,028 г меньше массы прототипа «килограмма Архива». Было ясно, что и это новое значение массы 1 дм³ воды по мере совершенствования техники измерений может оказаться неточным. Поэтому Международной комиссией по эталонам метрической системы (1872 г.) было решено не связывать единицу массы с массой 1 дм³ воды, а принять в качестве единицы массы массу прототипа «килограмма Архива».

По решению той же комиссии были изготовлены платино-иридиевые эталоны килограмма. Один из них, масса которого наиболее точно соответствовала массе прототипа «килограмма Архива», был принят за Международный прототип килограмма. Остальные эталоны были распределены между государствами. Россия получила платино-иридиевый прототип килограмма № 12. Последнее сличение эталона № 12 с эталоном Международного бюро мер и весов (1954 г.) показала, что масса прототипа № 12 равна 1,000 000 085 кг. Вместе с эталонными весами прототип № 12 составлял Государственный первичный эталон килограмма СССР. Он был предназначен для воспроизведения, хранения и передачи единицы массы — килограмма. Сличение с Государственным первичным эталоном-копий и рабочих эталонов килограмма производится с относительной погрешностью, не превышающей $2 \cdot 10^{-8}$.

Такая точность более или менее удовлетворяет требованиям современной науки и техники. Однако в дальнейшем может возникнуть потребность производить сличение эталонов с более высокой точностью. Кроме того, эталон килограмма может быть утрачен. Поэтому ведутся исследования по установлению связи единицы массы с атомными константами, в частности с

массой нейтрона. Цель этих работ получить «естественный» воспроизводимый эталон единицы массы, который обеспечивал бы высокую точность.

1.5 Физические величины как один из важнейших элементов системы физических понятий в школьном курсе физики

В процессе познавательной деятельности человек знакомится с окружающей его действительностью и выражает свои знания в формах мышления. Наиболее существенное об объектах реального мира отражается им в понятиях, которые получают форму определения и закрепляются в терминах. Практическая же деятельность человека требует также выделения и развития другой стороны знаний — количественной. В связи с этим возникает необходимость выделения физических величин как результата «непосредственного обобщения более конкретных понятий». Уже в рабовладельческом обществе были решены задачи измерения площадей, объемов тел вращения и др. Но с течением времени символы, отражающие свойства тел, стали приобретать «самостоятельную сущность», что нередко создает значительную трудность в процессе усвоения физических величин. Она заключается в том, что ученики перестают видеть за символами (числами) реальные, материальные отношения объектов. Но как писал Фридрих Энгельс: «Чистая математика имеет своим объектом пространственные формы и количественные отношения действительного мира, стало быть — весьма реальный материал».

Прогресс науки и техники определяется достижением ведущих отраслей естествознания. Высокий уровень развития математики, физики — необходимое условие подъема и эффективности ряда других наук. Это придает особое значение физическим величинам, которые в курсе физики занимают значительное место. При этом можно отметить, что развитие физики как науки не только увеличивает вклад физических величин в общую систему знаний, но

и обуславливает дополнительные трудности в усвоении величин. Саморазвитие физики предопределяет (в процессе усвоения) особое постоянное влияние и величинам.

Физические величины, количественно выражая свойства объектов реального мира, служат ступенью в познании определенного «качества» и являются опорой в его дальнейшем развитии. При этом большое место отводится постоянным физическим величинам. Так как «константы физики в значительной своей части не что иное, как обозначение узловых точек, где количественное прибавление или убавление движения вызывает качественное изменение в состоянии соответствующего тела, — где, следовательно, количество переходит в качество» (Фридрих Энгельс).

Физические величины имеют характер универсальности. Ряд физических величин используется в других науках, например, в астрономии (скорость, ускорение и др.), в биологии (энергия, работа и др.), а такие величины как путь, время и др. используются всеми естественными науками.

Являясь количественными оценками выявляемых человеком свойств объекта природы, физические величины служат одним из средств для подтверждения полученных им выводов. Так, например, только анализ формулы давления жидкости (как показало исследование) убеждает учащихся в том, что давление, производимое жидкостью при действии на нее силы тяжести, не зависит от размера водоема (сосуда), который она заполняет, а определяются только глубиной погружения тела.

Физические величины, изучаемые в курсе физики первой ступени, составляют значительную часть программного материала и определяют качество усвоения изучаемого учениками материала в старших классах.

Большое значение в школьном курсе физики приобретает рассмотрение связей между величинами. Эти связи позволяют найти зависимость нового понятия от других, уже известных понятий. При этом ученики знают, что

установление связей «качеств» лежит в основе изучения явлений окружающей действительности. Однако важно не ограничиваться лишь общими качественными впечатлениями о явлении, а найти количественные характеристики отдельных его элементов в виде величин, поддающихся измерению.

Знание учащимися количественной оценки некоторого «качества» и способа ее определения позволяет им правильно понять сущность и взаимосвязь разнокачественных сторон объектов природы. Установление и рассмотрение учащимися связей сторон объектов (отражаемых в связях величин) знакомит их с механизмом познания природы, способствует развитию у учащихся диалектического взгляда на окружающий их мир.

Важность физических величин как элемента системы понятий школьного курса физики заключаются также в том, что, усваивая их, учащиеся знакомятся со способом использования свойств объектов в практической деятельности человека.

Выявление и рассмотрение в курсе физики первой ступени качественных основ связей величин предопределяют понимание учащихся (в старших классах) проявление действия одного из основных принципов диалектики в познании природы — принципа всеобщей связи, а также будет способствовать познанию окружающего их мира как единого целого.

Изучение физических величин в курсе физики 7 класса начинается с перечисления примеров величин — температуры, времени, длины. Определение понятия физической величины не вводится. Но при этом выделяются такие признаки этого понятия, как единицы величины, значение величины, учащиеся знакомятся с процедурой измерения физической величины, им приводятся примеры измерительных приборов.

Формирование умения работать с измерительным прибором начинается со знакомства со шкалой измерительного прибора. На шкале выделяются штрихи

и деления, дается определение цены деления прибора, отрабатывается умение определять цену деления прибора. При работе со шкалой прибора придерживаются следующего алгоритма, разработанного А.В. Усовой:

1. Какую величину можно измерить этим прибором?
2. В каких единицах проградуирована шкала прибора?
3. Чему равна цена деления прибора?
4. Какое наименьшее значение величины можно измерить этим прибором?
5. Какое наибольшее значение величины можно измерить этим прибором?
6. Чему равно показание прибора?

При знакомстве с процедурой измерения вводится понятие о точности измерения. Среди причин погрешности измерения выделяется методика проведения эксперимента, точность прибора, определяемую как классом точности прибора, так и ценой деления его шкалы, неточные действия в процессе измерения. Ученикам показывается, как надо правильно делать отсчет по шкале. Точность измерений при работе с прибором со шкалой определяем ценой деления прибора.

Для усвоения признаков понятия «физическая величина» полезно организовать специальные упражнения, в которых разграничиваются такие признаки, как обозначение величины, единицы величины, численное значение величины и значение величины. Такие упражнения удобно проводить, используя дидактические карточки, по которым ученики должны определить, что на них изображено — обозначение, название, значение или единицы величины.

Начиная с «механического движения» ученикам задается на дом составление короткого рассказа о той или иной величине. В заданиях приводится система вопросов, на основе которых и составляется рассказ. Эта

система вопросов представляет собой конкретизированный для данной величины обобщенный план изучения физической величины, разработанный А.В. Усовой [24].

1.6 Формирование понятия о физических величинах

Масса

Введению понятия о массе тела предшествует ознакомление учащихся с явлением «Инерция». В частности, отмечается, что всем телам свойственно проявление «неподвижности, бездеятельности», если на них не действуют другие тела. Однако при этом учащиеся не получают знаний о том, что данное явление может быть оценено количественно. Тем самым знания об инерции для учащихся носят чисто информационный характер и не играют никакой роли в дальнейшем школьном курсе физики.

В целях учебного процесса следует термин «инерция» закрепить за явлением, а термин «инертность» использовать для обозначения свойства тел сохранять свою скорость или покой, когда действующие на них силы взаимно уравновешены или совсем отсутствуют.

Для обозначения количественных оценок инертности любых тел в физике вводится термин «масса» и знак « m ».

Следовательно, масса является физической величиной. Для ее измерения в физике вводят специальную единицу — килограмм.

Термин «килограмм» является именем единицы массы (как нечто целое), именем технического средства (гири), которое по договоренности и воспроизводит инертные свойства 1 кг.

Содержание понятия о массе тела можно кратко раскрыть в следующей форме. Масса тела есть физическая величина, количественно характеризующая его инертные свойства, измеряется в килограммах. Измерить массу тела можно путем сравнения пройденных им и телом известной массы

путей или приобретенных ими скоростей после прекращения действия на них одного и того же тела (например, человек). Масса присуща всем телам в природе, поэтому ее называют основной физической величиной [3].

Массу можно измерить с помощью весов или вычислить по формуле $m = \rho V$ по результатам косвенных измерений.

Подведя итог методики формирования понятия о массе, выделим ее отдельные этапы. Основные этапы формирования понятия о массе в курсе физики представлены в таблице 1.

Таблица 1 — Этапы формирования понятия о массе

№	Содержание этапа	Признаки понятия «масса» формируемые на данном этапе	Признаки понятия о физической величине, формируемые на данном этапе
1	Первоначальное знакомство с понятием	Масса характеризует инертные свойства вещества; Единица измерения — 1кг; Прибор для измерения — весы, гири разной массы являются мерами. Способ измерения массы через взаимодействия.	1. Вид величины — характеризует свойства тел, основная, скалярная, инвариантная; 2. Косвенные измерения.
2	Углубление содержания понятия при изучении плотности вещества	Масса тела — сумма масс частиц, составляющих тело.	1. Связи между величинами; 2. Косвенные способы измерения величин; 3. Погрешности косвенных измерений; 4. Способы определения единиц величин.

3	Расширение объема понятия — знакомство с гравитационной массой	Гравитационная масса показывает, с какой силой взаимодействует тело с внешними гравитационными полями.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Вид величины — характеризует гравитационные свойства тел, основная, скалярная, инвариантная; 2. Прямые способы измерения; 3. Средства измерения «мера» (гири разных масс); 4. Погрешности измерения на весах; 5. Связи между величинами.
4	Углубление содержания понятия при изучении II закона Ньютона	<ol style="list-style-type: none"> 1. Масса — величина скалярная; 2. Масса тела может выражаться любым неотрицательным вещественным числом; 3. Определение единицы массы; 4. Масса аддитивна (масса тела равна сумме масс составляющих его частей); 5. Масса не зависит ни от положения тела, ни от скорости его движения; 6. Ускорение тел в процессе взаимодействия зависит от их массы. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Вид величины (скаляр — вектор); 2. Действия со скалярными величинами; 3. Способы определения единиц величин.
5	Связь массы и импульса	Импульсом системы материальных точек называется векторная величина, равная сумме произведений масс материальных точек на их скорости, единица измерения — кг·м/с.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Вид величины — характеризует механическое движение; 2. Определение единиц величины; 3. Связь между величинами.
6	Связь массы и механической энергии	Механическая энергия — это энергия, связанная с движением объекта или его положением, способность совершать механическую работу.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Вид величины характеризует движение тел; 2. Определение единиц величины; 3. Связь между величинами.

7	Углубление содержания понятия при изучении молярной массы	Для отдельных химических элементов молярной массой является масса одного моля отдельных атомов этого элемента. В этом случае молярная масса элемента, выраженная в г/моль, численно совпадает с массой атома элемента, выраженной в а.е.м.	1. Вид величины — характеризует строение вещества, аддитивность массы; 2. Действия со скалярными величинами.
8	Введение понятия массы элементарных частиц	1. Величина массы элементарной частицы зависит от условий, в которых данная элементарная частица находится; 2. Масса элементарной частицы постоянна, и одинакова у всех частиц данного типа и их античастиц; 3. Масса массивных частиц, составленных из нескольких элементарных частиц (например, ядра или атома) может зависеть от их внутреннего состояния.	1. Вид величины — постоянная величина; 2. Шкалирование величины.
9	Углубление содержания понятия при изучении связи массы с энергией связи	Масса и энергия взаимопревращаемы. Соотношение $E=mc^2$ показывает, какую энергию E необходимо израсходовать, чтобы создать массу m , и наоборот, какая энергия заключена в массе m .	1. Шкалирование величины; 2. Связь между величинами
10	Углубление содержания понятия при изучении дефекта массы	Масса атомного ядра не равна сумме масс составляющих его частиц. Энергия связи ядра определяется дефектом его массы.	1. Шкалирование величины; 2. Связь между величинами

Сила

Понятие о силе может быть начато с анализов примеров взаимодействия тел. В качестве обобщающего примера рассмотрим тележку, движение которой может осуществляться, например, под действием усилия человека (какого-либо транспортного средства, или усиления животного и др.). Учащимся следует сообщить, что для отличия от других стрелок, обозначающих, направление движения тела, в конце стрелки — вектора, характеризующего взаимодействие тел, ставится буква F (Force (англ.) — сила).

Анализ выше сказанного позволяет заключить, что любое взаимодействие двух тел условно обозначается графически вектором и термином «сила» в словесном выражении.

После учитель физики сообщает учащимся, что сила — физическая величина, векторная (характеризуется направлением) и количественно характеризует взаимодействие двух тел [10].

За единичное значение силы принимают 1 Ньютон (1Н), силу, характеризующую взаимодействие двух тел, одно из которых массой 1 кг за каждую секунду изменяет скорость своего движения на 1 м/с.

Прибор для измерения силы — динамометр.

В заключении можно отметить, что сила не может быть причиной изменения скорости движения тела. В изменении скорости заключается в действие (взаимное действие, взаимодействие) тел. При этом значение силы, в нашем понимании, будет определять соответствующее изменение скоростей взаимодействующих тел [10].

Подведя итог анализу методики формирования понятия о силе, выделим ее отдельные этапы. Основные этапы формирования понятия о силе в курсе физики представлены в таблице 2.

Таблица 2 — Этапы формирования понятия о силе

№	Содержание этапа	Признаки понятия «сила» формируемые на данном этапе	Признаки понятия о физической величине, формируемые на данном этапе
1	Первоначальное знакомство с понятием	Сила — физическая величина, векторная и количественно характеризует взаимодействие двух тел; Единица измерения — ньютон (Н).	1. Вид величины — характеризует взаимодействие тел, производная, векторная, переменная, инвариантная; 2. Определение единиц величины; 3. Прямые измерения величины; 4. Погрешности прямых измерений; 5. Шкалирование величины.
2	Углубление содержания понятия при изучении законов Ньютона	1. Сила характеризует взаимодействие двух тел; 2. Сила, действующая на тело, сообщает ему ускорение; 3. Сила — причина изменения движения (скорости); 4. Силы, с которыми действуют друг на друга взаимодействующие тела, равны по величине и противоположны по направлению и имеют одну природу;	1. Вид величины — характеризует взаимодействие тел; 2. Способы определения единиц величин; 3. «Физический смысл» величины.
3	Расширение объема понятия при изучении электромагнитного взаимодействия	Электромагнитная сила связывает отрицательно заряженные электроны с положительно заряженным ядром внутри атома.	1. Вид величины — характеризует электромагнитные явления; 2. Связь между величинами; 3. Прямые способы измерения величин.

4	Расширение объема понятия при изучении гравитационного взаимодействия	Силы взаимодействия между планетами и Солнцем называются гравитационными, гравитационные силы действуют между массивными объектами.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Вид величины — характеризует гравитационное взаимодействие; 2. Связь между величинами; 3. Прямые способы измерения величин; 4. Погрешности прямых измерений; 5. Шкалирование величин.
5	Расширение объема понятия при изучении сильного взаимодействия	В сильном взаимодействии участвуют кварки и глюоны и составленные из них частицы, называемые адронами (барионы и мезоны). Оно действует в масштабах порядка размера атомного ядра и менее, отвечая за связь между кварками в адронах и за притяжение между нуклонами (разновидность барионов — протоны и нейтроны) в ядрах.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Связь между величинами; 2. Шкалирование величин.
6	Расширение объема понятия при изучении слабого взаимодействия	Взаимодействие называется слабым, поскольку два других взаимодействия, значимые для ядерной физики (сильное и электромагнитное), характеризуются значительно большей интенсивностью.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Связь между величинами; 2. Шкалирование величин.

Энергия

Понятие энергии — одно из ключевых в естествознании и требует углубленного анализа. Энергия (от греческого *energeia* — действие, деятельность) как физическое понятие появилось в работе Кеплера в 1620 году. Энергия — общая количественная мера движения и взаимодействия всех видов материи [9].

Остается неясным, как и в каких единицах можно просуммировать все формы движения материи, тем более, что физическое и философское определение материи — «это всё». Поэтому в физике выделяют и по-разному считают энергию механическую, тепловую, электрическую гравитационную, химическую, ядерную.

Человечество научно осваивало виды энергии постепенно:

- механическая (каменетательные машины, водяные колёса, механические двигатели);
- тепловая (паровые машины для флота, фабрик);
- химическая (динамит, производство химических веществ);
- ядерная (атомная бомба, атомные станции);
- термоядерная (водородная бомба, «Токомак»);
- «эфирная» (холодный ядерный синтез, безтопливные двигатели).

Энергия не возникает из ничего и нигде не исчезает, она может только переходить из одного вида в другой (закон сохранения энергии). Понятие энергии связывает все явления природы в одно целое, является общей характеристикой состояния физических тел и физических полей. Вследствие существования закона сохранения энергии понятия «энергия» связывает все явления природы. В физике понятие энергия обычно обозначается латинской буквой E . В системе СИ энергия измеряется в Джоулях. Кроме этих основных единиц измерения на практике используется очень много других удобных при конкретном использовании единиц. В атомной и ядерной физике, а также в физике элементарных частиц энергию измеряют электрон-вольтами, в химии — калориями, в физике твердого тела — градусами Кельвина, в оптике — обращенными сантиметрами, в квантовой химии — термохимические калории [9].

Подведя итог анализу методики формирования понятия об энергии, выделим ее отдельные этапы. Основные этапы формирования понятия о энергии в курсе физики представлены в таблице 3.

Таблица 3 — Этапы формирования понятия об энергии

№	Содержание этапа	Признаки понятия «энергия» формируемые на данном этапе	Признаки понятия о физической величине, формируемые на данном этапе
1	Первоначальное знакомство с понятием	Энергия — скалярная, физическая величина, общая количественная мера движения и взаимодействия всех видов материи; Единица измерения — Джоуль (Дж).	1. Вид величины — характеризует состояние, движение и взаимодействие всех видов материи, производная, скалярная, инвариантная; 2. Определение единиц величины; 3. Измерения величины; 4. Погрешности измерений; 5. Шкалирование величины.
2	Углубление содержания понятия при изучении физики, химии и биологии	1. Энергия характеризует состояние, движение и взаимодействие всех видов материи; 2. Способность материальных систем совершать работу при изменении своего состояния и непосредственно связываемое с законом сохранения (в физике).	1. Вид величины — характеризует состояние, движение и взаимодействие всех видов материи; 2. Способы определения единиц величин; 3. «Физический смысл» величины.

Выводы по первой главе

Анализ научно-методической литературы позволяет сделать вывод, существуют различные взгляды о том, что из себя представляет принцип метапредметности в образовательном процессе. Несмотря на это, можно выделить общие положения, которые встречаются у различных авторов. Прежде всего в метапредметных результатах освоения образовательных программ выделяют содержательные и деятельностные компоненты. Во-

вторых, вводятся рефлексивные знания, увеличивается количество межпредметных и надпредметных заданий.

Также необходимо отметить, что большую роль в формировании научного познания у учащихся играет изучение истории физики в рамках школьного курса физики. Значение истории физики заключается в том, что без прошлого не бывает будущего. Однако, связанные с обновлением содержания физического образования трудности, заключаются в непрерывном и динамичном развитии физики как науки.

Знание истории физики помогает сделать преподавание предмета более эмоциональным, интересным для учащихся.

Знакомя учащихся с историей открытия законов физики, создания теорий, возникновения идей, учитель имеет возможность показать учащимся, что физика является плодом коллективной работы, труда исследователей различных стран, различных наций, представителей различных классов.

Изучение истории формирования знаний о физических величинах позволяет учащимся понять зависимость между различными физическими понятиями. Какое влияние оказывают исторические открытия на последующие выводы и умозаключения ученых различных эпох.

ГЛАВА 2. МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАТЕРИАЛА ПО ИСТОРИИ ИЗУЧЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

2.1 Требования к разработке материала по истории изучения физических величин

Существует множество различных справочников по физическим величинам, однако в них есть свои недостатки. Один из таких недостатков заключается в том, что при взгляде на перечни физических величин становится непонятно, чем руководствовались авторы справочников, располагая величины в той или иной последовательности. При этом в разных справочниках последовательность расположения величин тоже разная. Непонятно, по какой причине одна величина стоит в перечне раньше другой. Возможно, у авторов справочников имеются на это какие-то основания, но они не поясняются.

По этой причине мы решили разработать свой материал для изучения физических величин с исторической справкой, который бы соответствовал логике изучения физических величин в школьном курсе физики.

Изучению физических величин в основной школе выделяют большое значение, поскольку это одно из главных понятий курса физики 7-9 классов. Знакомство с физическими величинами у учащихся происходит на одном из первых уроков по физике. Однако, некоторые из них знакомы многим с раннего детства. Для того чтобы иметь четкое представление о той или иной физической величине А.В. Усова предлагает использовать следующий обобщенный план изучения физических величин:

План изучения величин:

1. Какое явление и свойство тел (веществ) характеризует данная величина;
2. Определение величины;
3. Определительная формула (для производной величины – формула, выражающая связь данной величины с другими);

4. Какая величина – скалярная или векторная;
5. Единица величины в СИ;
6. Способы измерения величины.

Использование планов обобщённого характера способствует активизации учебно-познавательной деятельности учащихся, делает работу на уроке целенаправленной, глубоко осознанной и, что особенно важно, отучает от механического заучивания текста, от зубрёжки, вносит в учебную деятельность элемент творчества.

Используя обобщённый план изучения физических величин, а также добавляя историческую справку про развитие знаний о физических величинах, нами был разработан учебный материал по истории изучения физических величин для включения его в учебный процесс в 7 классе в виде дидактических карточек.

С дидактическими карточками по истории изучения физических величин можно ознакомиться в Приложении 1.

2.2 Задания к дидактическим карточкам по истории изучения физических величин

На основе представленных дидактических карточек нами были разработаны комплексные, обобщающие задания, направленные на усвоение учащимися знаний о физических величинах, изучаемых в 7 классе на уроках физики.

Задание 1. Внимательно изучите предоставленный материал. О какой физической величине идет речь? Вставьте пропущенные слова.

(Скорость)

_____ — это векторная физическая величина, численно равная отношению пройденного пути к промежутку времени, за который этот путь был пройден.

Обозначение величины: \vec{v}

Единица измерения величины в СИ: м/с (метр в секунду)

Расчётная формула: $\vec{v} = \frac{S}{t}$

– _____ (от англ. velocity или фр. vitesse, исходно от лат. vĕlōcitās).

– Автолик в IV веке до н. э. определил равномерное движение так: *«О точке говорится, что она равномерно перемещается, если в равные времена она проходит равные и одинаковые величины».*

– Уильям Хейтсбери, в трактате «О местном движении» ввёл понятие мгновенной _____.

– Первая попытка явного определения _____ была сделана Валлисом в его трактате «Механика или геометрический трактат о движении» (1669–1671): *«_____ есть свойство движения, отражающееся в сравнении длины и времени; а именно, она определяет, какая длина в какое время проходится».*

(Масса)

_____ — это скалярная физическая величина, являющаяся количественной мерой инерционных и гравитационных свойств тел.

Обозначение величины: m

Единица измерения величины в СИ: кг (килограмм)

– Слово «_____» (лат. *massa*, от др.-греч. μαζα) первоначально в античные времена обозначало кусок теста. Позднее смысл слова расширился, и оно стало обозначать цельный, необработанный кусок произвольного вещества. В этом смысле слово используется у Овидия и Плиния.

– _____ как научный термин была введена Ньютоном как мера количества вещества, до этого естествоиспытатели оперировали понятием веса. В труде «Математические начала натуральной философии» (1687 г.)

(Сила)

_____ — это векторная физическая величина, являющаяся мерой воздействия на данное тело со стороны других тел или полей.

Обозначение величины: \vec{F}

Единица измерения величины в СИ: Н (Ньютон)

Расчётная формула: $\vec{F} = m\vec{a}$

– _____ (от лат. fortis — сильный)

– Впервые конкретизировал понятие _____ Галилео Галилей в 1632 году: «*В механическом движении _____ есть причина ускорения тела.*»

– Ньютон развивает и уточняет мысль Галилея в труде «*Математические начала натуральной философии*», опубликованные в 1687 году.

Согласно Ньютону: «_____ — причина изменения количества движения тела.»

(Давление)

_____ — это скалярная физическая величина, численно равная силе, действующей на единицу площади поверхности перпендикулярно этой поверхности.

Атмосферное _____ — это _____ атмосферы, действующее на все находящиеся в ней предметы и на земную поверхность.

Обозначение величины: p

Единица измерения величины в СИ: Па (Паскаль)

(1 мм рт. ст. = 133,3 Па)

Расчётная формула: $p = \frac{F}{S}$; $p_{\text{атм}} = p_{\text{рт}} \rightarrow p_{\text{атм}} = \rho_{\text{рт}} g h_{\text{рт}}$

– _____ (от лат. *pressūra* «_____»).

– В 1644 году ученики Галилея Эванжелиста Торричелли и Винченцо Вивiani проделали опыт, доказывающий существование атмосферного _____, а также измерили его.

(Механическая работа)

_____ — это скалярная физическая величина, являющаяся количественной мерой действия силы на тело, зависящая от численной величины и направления силы и от перемещения тела.

Обозначение величины: A

Единица измерения величины в СИ: Дж (Джоуль)

Расчётная формула: $A = Fs$

– _____ (от нем. Arbeit — _____, труд).

– Французский математик, механик и инженер Жан-Виктор Понселе ввел термин «_____» в физику в 1826 году. «_____ — это постоянное преодоление сопротивлений силой, действующей вдоль пути.» До этого момента работа подразумевалась только как труд человека.

– В 1843 году Джоуль экспериментально определил связь природы тепла с _____, что привело к теории сохранения энергии.

(Энергия)

_____ — это скалярная физическая величина, являющаяся единой мерой различных форм движения и взаимодействия материи, мерой перехода движения материи из одних форм в другие.

Обозначение величины: E

Единица измерения величины в СИ: Дж (Джоуль)

– _____ (от др.-греч. ἐνέργεια – действие, деятельность, сила, мощь).

– Слово «_____» введено Аристотелем в трактате «Физика», однако там оно обозначало деятельность человека.

– В 1807 году Томас Юнг первым использовал термин «_____» в современном смысле этого слова.

(Кинетическая/Потенциальная энергия)

_____ энергия — энергия, которой обладает тело вследствие своего движения.

_____ энергия — энергия, которая определяется взаимным положением взаимодействующих тел или частей одного и того же тела.

Расчётная формула: $E_k = \frac{mv^2}{2}$


$$E_p = mgh$$

– Гаспар-Гюстав Кориолис впервые использовал термин «_____ энергия» в 1829 году.

– Понятие «_____ энергия» впервые ввел Уильям Ранкин в 1853 году.

Задание 2. Изучите информацию в таблице 4. О каких ученых идет речь? Впишите имя и фамилию ученого в третий столбец. Что еще вы знаете об этих ученых?

Таблица 4 — Краткая информация об ученых, внесших вклад в формировании знаний о физических величинах

Портрет	Характеристика ученого	Ученый
 (1616 – 1703)	Английский математик, один из предшественников математического анализа. Этим ученым была сделана первая попытка явного определения скорости в его трактате «Механика или геометрический трактат о движении» (1669 – 1671).	

 <p>(1642 – 1727)</p>	<p>Английский физик, математик, механик и астроном, один из создателей классической физики. Ввел понятия силы, массы, ускорения и количества движения.</p>	
 <p>(1564 – 1642)</p>	<p>Итальянский физик, механик, астроном, философ, математик, оказавший значительное влияние на науку своего времени. Впервые конкретизировал понятие силы в 1632 году: <i>«В механическом движении сила есть причина ускорения тела.»</i></p>	
 <p>(1622 – 1703)</p>	<p>Итальянский физик и математик, ученик Галилея, составитель первой биографии Галилея. В 1644 году совместно с другим итальянским ученым проделывал ряд опытов, доказывающих существование атмосферного давления.</p>	
 <p>(1608 – 1647)</p>	<p>Итальянский математик и физик, ученик Галилея. Известен как автор концепции атмосферного давления и продолжатель дела Галилея в области разработки новой механики.</p>	

 <p>(1788 – 1867)</p>	<p>Французский математик, механик и инженер, создатель проективной геометрии, один из основоположников изучения свойства усталости материалов в материаловедении. Ввел термин «работа» в 1826 году в том значении, которое применяется в современной механике и физике.</p>	
 <p>(1773 – 1829)</p>	<p>Английский учёный широкого профиля: физик (ввёл понятие механической энергии в 1807 году), механик, врач (впервые описал явление астигматизма), астроном, филолог и востоковед. Полиглот — владел 13 языками.</p>	
 <p>(1792 – 1843)</p>	<p>Французский математик, механик и инженер. Он впервые использовал термин «кинетическая энергия» в 1829 году.</p>	
 <p>(1820 – 1872)</p>	<p>Шотландский инженер, физик и механик, один из создателей технической термодинамики. Впервые ввел понятие «потенциальная энергия» в 1853 году.</p>	

Задание 3. (Домашнее задание) Отметьте на временной шкале ученых, представленных в предыдущем задании в хронологическом порядке относительно года рождения, затем добавьте на шкалу физические величины, указав год их введения в научном понимании.

2.3 Апробация методической разработки

Апробация проводилась на учащихся 7Б класса в МАОУ «Лицей №82» города Челябинска в составе 33 человека на дополнительном уроке по физике.

Изучение дидактических карточек по истории изучения физических величин, а также выполнение задание 1-2 заняло 30 минут от урока.

В начале урока учитель напомнил обобщенный план изучения физических величин и проанализировал дидактические карточки вместе в учащимися. Первое задание каждый человек выполнял индивидуально. Над вторым заданием работали в парах. В ходе выполнения этих заданий у учащихся затруднений не возникало.

Третье задание было дано в качестве домашнего задания. На уроке учитель объяснил, что необходимо сделать и как лучше реализовать выполнение этого задание.

С примером выполнения последнего задания можно ознакомиться в Приложении 2.

Выводы по второй главе

В ходе исследования, нами были выделены основные критерии описания физических величин. В соответствии с которыми были разработаны дидактические карточки по истории изучения физических величин для включения их в учебный процесс в 7 классе. Необходимо отметить, что использование предложенного нами материала в образовательный процесс является средством реализации метапредметности при обучении физике.

В дополнение к учебному материалу нами были предложены комплексные обобщающие задания разного уровня сложности. Как показала практика, выполнение заданий позволило повысить интерес учащихся к истории изучения физических величин и к физике в целом. При работе с учебным материалом и заданиями метапредметного характера у школьников развиваются следующие умения: умение определять понятия, создавать обобщения, устанавливать аналогии, устанавливать причинно-следственные связи, строить логическое рассуждение, умозаключение, делать выводы и другие. Что является важным фактором в образовательном процессе.

Заключение

Понятие о физических величинах понимается как связь качественной и количественной определенности свойства с выявлением сущности и связи входящих элементов.

Понятие о величине, объединяет в себе как метапредметное, так и предметное содержание.

Развитие современного естествознания ставит множество проблем, которые являются объектом пристального внимания как философов, так и естествоиспытателей.

Характерной чертой современного естествознания является проникновение его в новые, ранее неизвестные или недоступные для исследования области природы. Это привело к революции в наших представлениях о природе. Теории, считавшиеся универсальными, оказались применимыми лишь в определенных и довольно узких пределах. Современное естествознание создало новые фундаментальные понятия и теории, новую естественнонаучную картину мира, более глубоко отражающую объективную реальность природы.

В нашей работе были решены все поставленные задачи и получены следующие результаты:

1. Рассмотрели сущность понятий метапредметных знаний и умений, проанализировав научно-педагогическую литературу по данной теме;
2. Изучили литературу по истории физики и выявили состояние проблемы формирования понятий о физических величинах в их историческом развитии в школьном курсе физики;
3. Подобрали учебный материал по истории изучения физических величин для включения в учебный процесс.

4. Апробировали разработанный материал по истории изучения физических величин.

По результатам, полученным в нашей работе, могут быть сделаны следующие выводы:

– Использование исторических сведений в обучении, позволяет эффективно поддерживать все компоненты процесса формирования научного мировоззрения школьников;

– Разработка методики включения исторического материала в учебный процесс по физике является актуальной в настоящее время, а также создание методических пособий для учителей и дидактического материала мировоззренческого характера с историческим содержанием. Возникает необходимость в дополнении содержания учебников упражнениями, задачами и заданиями с использованием исторических сведений. В том числе заданиями по истории изучения физических величин.

Библиографический список

1. Блауберг, И.В. Философские проблемы исследования систем и структур / И.В. Блауберг, Э.Г. Юдин // Вопросы философии. — 1970. — № 5. С. 57 — 68.
2. Голин, Г.М. Классики физической науки (с древнейших времен до начала XX века) / Г.М. Голин, С.Р. Филонович. — М.:Высшая школа, 1997. — 576 с.
3. Джеммер, М. Понятие массы в классической и современной физике / М. Джеммер. — М. : Прогресс, 1967. — 255 с.
4. Джеммер, М. Concepts of Force / М. Джеммер. — Mineola, NY : Dover Publications Inc., 1999. — 288 с.
5. Дуков, В.М. Исторические обзоры в курсе физики средней школы / В.М. Дуков. — М.: Просвещение, 1983. — 161 с.
6. Зинченко, В.П. Человек развивающийся. Очерки российской психологии / В.П. Зинченко, Е.Б. Моргунов. — М.: Тривола, 1994. — 304 с.
7. Злыгостев А.С. История физики. [Электронный ресурс]. 2001—2018. URL: <http://physiclib.ru/books/item/f00/s00/z0000008/index.shtml> (дата обращения 14.05.2018).
8. Зорина, Л.Я. Дидактические основы формирования системности знаний старшеклассников / Л.Я. Зорина. — М.: Педагогика, 1978. — 128 с.
9. Иванов, В.Г. Физика и мировоззрение / В.Г. Иванов. — Л.: Наука, 1975. — 19 с.
10. Каргиева, З.К. Вводные и обобщающие занятия в школьном курсе физики / З.К. Каргиева. — Владикавказ: Ир, 1993. — 54 с.

11. Косарева, Л. М. Историко-астрономические исследования / Л.М. Косарева // Картины Вселенной в европейской культуре XVI – XVIII вв. — 1990. — № 22. — С. 74 — 109.
12. Кросби, С. The science of energy: a cultural history of energy physics in Victorian Britain / С. Кросби. — Chicago, IL : The University of Chicago Press, 1998. — 416 с.
13. Мах, Э. Механика. Историко-критический очерк её развития / Э. Мах. — Ижевск : НИЦ РХД, 2000. — 456 с.
14. Ньютон, И. Математические начала натуральной философии / И. Ньютон. — М. : Наука, 1989. — 690 с.
15. Пурышева, Н.С. О метапредметности, методологии и других универсалиях / Н.С. Пурышева, Н.В. Ромашкина, О.А. Крысанова // Вестник Нижегород. ун-та им. Н.И. Лобачевского. — 2012. — № 1 (1). — С. 11 — 17.
16. Соколов Д.А. Разработка, исследование и применение двухволнового лазерного интерферометра для воспроизведения единицы длины в диапазоне до 60 метров // Метрология в XXI веке. — 2013. — С. 108–113.
17. Соколов Д.А., Васильев М.Ю., Губин С.А., Олейник-Дзядик О.М., Татаренков В.М., Фонда А.Н. Эталонный измерительный комплекс длины в диапазоне до 60 м из состава Государственного первичного специального эталона единицы длины в диапазоне 24 м — 4000 км (ГПСЭД) // Метрология времени и пространства. — 2014. — С. 146.
18. Спасский, Б. И. История физики. Ч.1 / Б. И. Спасский. — М. : Высшая школа, 1977. — 320 с.
19. Стиннер, А. The story of force: from Aristotle to Einstein / А. Стиннер. // Physics education. — 1994. — № 29. — С. 77— 85.

20. Татаренков В.М., Щипунов А.Н., Бузыкин В.Н., Васильев М.Ю., Губин С.А., Олейник-Дзядик О.М., Соколов Д.А. Фемтосекундные технологии воспроизведения единицы длины метра на микронном уровне в диапазоне длин до 60 м // Метрология времени и пространства. — 2014. — С. 144 — 145.
21. Томсон, У. Об источниках энергии, доступных человеку для совершения механических эффектов / У. Томсон. — : BAAS Rep, 1881. — 513 с.
22. Тюлина И. А. Об основах ньютоновой механики (к трёхсотлетию «Начал» Ньютона) // История и методология естественных наук. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1989. — Вып. 36. — С. 184—196.
23. Усова, А. В. Проблемы теории и практики обучения в современной школе: Избранное / А. В. Усова. — Челябинск : Изд-во ЧГПУ, 2000. — 221 с.
24. Усова, А. В. Формирование у школьников научных понятий в процессе обучения / А. В. Усова. — М. : Педагогика, 1986. — 176 с. — (Труды д. чл. и чл. -корр. АПН СССР).
25. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего (полного) общего образования (от 17 мая 2012 г. № 413). — 45 с.
26. Фейнман, Р. Фейнмановские лекции по физике / Р. Фейнман. — США: Addison Wesley, 1964. — 261 с.
27. Хрестоматия по физике: учебное пособие для учащихся /под ред. Б.И. Спасского. — М.: Просвещение, 1982. — 223 с.
28. Хуторской, А.В. Метапредметное содержание образования с позиций человеко-образности / А.В. Хуторской // Вестник Ин-та образования человека. — 2012. — 2 марта.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Скорость — это векторная физическая величина, численно равная отношению пройденного пути к промежутку времени, за который этот путь был пройден.

- Скорость (от англ. velocity или фр. vitesse, исходно от лат. vĕlōcitās).
- Автолик в IV веке до н. э. определил равномерное движение так: *«О точке говорится, что она равномерно перемещается, если в равные времена она проходит равные и одинаковые величины».*
- Уильям Хейтсбери, в трактате «О местном движении» ввёл понятие мгновенной скорости.
- Первая попытка явного определения скорости была сделана Валлисом в его трактате «Механика или геометрический трактат о движении» (1669 –1671): *«Скорость есть свойство движения, отражающееся в сравнении длины и времени; а именно, она определяет, какая длина в какое время проходится».*

Обозначение величины: \vec{v}
Единица измерения величины в СИ:
м/с (метр в секунду)

Расчётная формула: $\vec{v} = \frac{s}{t}$



Джон Валлис
(1616 – 1703)



Масса — это скалярная физическая величина, являющаяся количественной мерой инерционных и гравитационных свойств тел.

Обозначение величины: m
Единица измерения величины в СИ: кг (килограмм)

- Слово «масса» (лат. *massa*, от др.-греч. μαζα) первоначально в античные времена обозначало кусок теста. Позднее смысл слова расширился, и оно стало обозначать цельный, необработанный кусок произвольного вещества. В этом смысле слово используется у Овидия и Плиния.
- Масса как научный термин была введена Ньютоном как мера количества вещества, до этого естествоиспытатели оперировали понятием веса. В труде «Математические начала натуральной философии» (1687 г.)



Исаак Ньютон
(1642 – 1727)



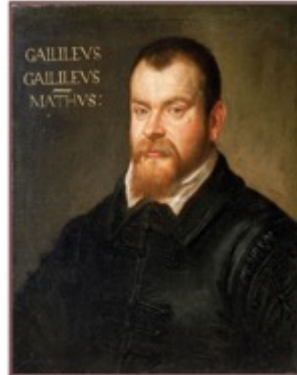
Сила — это векторная физическая величина, являющаяся мерой воздействия на данное тело со стороны других тел или полей.

Обозначение величины: \vec{F}

Единица измерения величины в СИ: Н (Ньютон)

Расчётная формула: $\vec{F} = m\vec{a}$

- Сила (от лат. fortis — сильный)
- Впервые конкретизировал понятие силы в 1632 году Галилео Галилей: «В механическом движении сила есть причина ускорения тела.»
- Ньютон развивает и уточняет мысль Галилея в труде «Математические начала натуральной философии», опубликованные в 1687 году. Согласно Ньютону: «Сила – причина изменения количества движения тела.»



Галилео Галилей
(1564 – 1642)



Исаак Ньютон
(1642 – 1727)



Давление — это скалярная физическая величина, численно равная силе, действующей на единицу площади поверхности перпендикулярно этой поверхности.

Атмосферное давление — это давление атмосферы, действующее на все находящиеся в ней предметы и на земную поверхность.

Обозначение величины: p

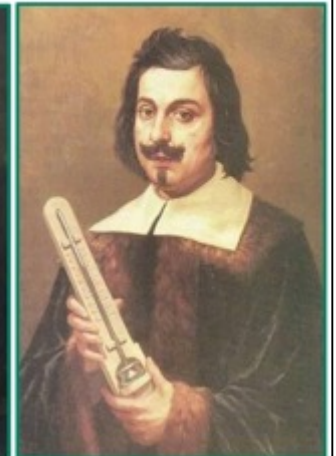
Единица измерения величины в СИ: Па (Паскаль)
(1 мм рт. ст. = 133,3 Па)

Расчётная формула: $p = \frac{F}{S}$

$$p_{\text{атм}} = p_{\text{рт}} \rightarrow p_{\text{атм}} = \rho_{\text{рт}} g h_{\text{рт}}$$



Винченцо Вивиани
(1622 – 1703)



Эванжелиста Торричелли
(1608 – 1647)

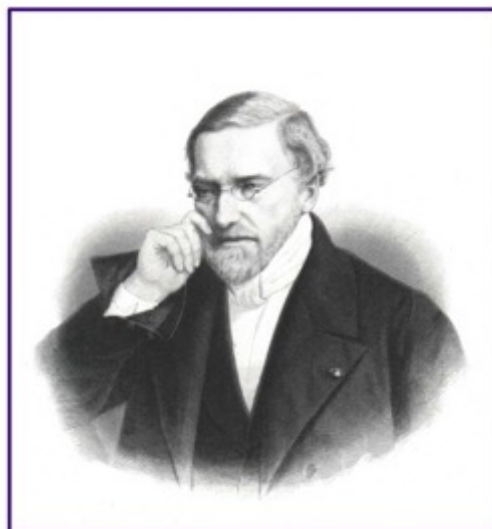
- Давление (от лат. *pressūra* «давление»).
- В 1644 году ученики Галилея Эванжелиста Торричелли и Винченцо Вивиани проделали опыт, доказывающий существование атмосферного давления, а также измерили его.



Механическая работа — это скалярная физическая величина, являющаяся количественной мерой действия силы на тело, зависящая от численной величины и направления силы и от перемещения тела.

Обозначение величины: A
Единица измерения величины в СИ: Дж (Джоуль)
Расчётная формула: $A = Fs$

- Работа (от нем. Arbeit — работа, труд).
- Французский математик, механик и инженер Жан-Виктор Понселе ввел термин «механическая работа» в физику в 1826 году. *«Механическая работа – это постоянное преодоление сопротивлений силой, действующей вдоль пути.»* До этого момента работа подразумевалась только как труд человека.
- В 1843 году Джоуль экспериментально определил связь природы тепла с механической работой, что привело к теории сохранения энергии.



Жан-Виктор Понселе
(1788 – 1867)



Энергия — это скалярная физическая величина, являющаяся единой мерой различных форм движения и взаимодействия материи, мерой перехода движения материи из одних форм в другие.

Обозначение величины: E
Единица измерения величины в СИ: Дж (Джоуль)

- Энергия (от др.-греч. ἐνέργεια – действие, деятельность, сила, мощь).
- Слово «энергия» введено Аристотелем в трактате «Физика», однако там оно обозначало деятельность человека.
- В 1807 году Томас Юнг первым использовал термин «энергия» в современном смысле этого слова.



Томас Юнг
(1773 – 1829)



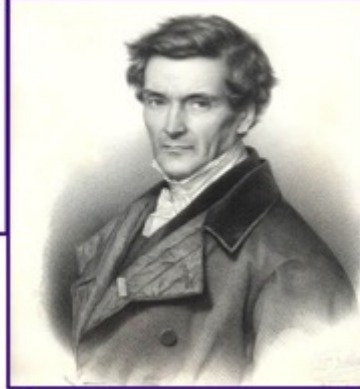
Кинетическая энергия — энергия, которой обладает тело вследствие своего движения.

Потенциальная энергия — энергия, которая определяется взаимным положением взаимодействующих тел или частей одного и того же тела.

Расчётная формула:

$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$

$$E_p = mgh$$



Гаспар-Гюстав Кориолис
(1792 – 1843)



Уильям Ранкин
(1820 – 1872)

- Гаспар-Гюстав Кориолис впервые использовал термин «кинетическая энергия» в 1829 году.
- Понятие «потенциальная энергия» впервые ввел Уильям Ранкин в 1853 году.



ПРИЛОЖЕНИЕ 2

