

Окончание. См. № 17–23/05

Проф. А.Н.КРУТСКИЙ, О.С.КОСИХИНА,
Барнаульский ГПУ, г. Барнаул, Алтайский кр.

Психодидактика: новые технологии в преподавании физики

Учебный план курса

№ газеты	Лекция
17	Лекция 1. Теоретические основы психодидактики
18	Лекция 2. Дискретный подход к обучению и усвоению знаний
19	Лекция 3. Системно-функциональный подход к усвоению физических величин
20	Лекция 4. Системно-функциональный подход к усвоению законов физики. Контрольная работа № 1 (срок выполнения – до 30 ноября 2005 г.)
21	Лекция 5. Системно-структурный подход к обучению и усвоению знаний
22	Лекция 6. Системно-логический подход к обучению и усвоению знаний. Контрольная работа № 2 (срок выполнения – до 30 декабря 2005 г.)
23	Лекция 7. Управление учебной деятельностью в психодидактической системе
24	Лекция 8. Использование государственных стандартов
<p>Итоговая работа. В качестве итоговой работы засчитывается разработка занятий по одной из тем школьной физики, выполненная в соответствии с изученными методологическими подходами к обучению: дискретным, системно-функциональным, системно-структурным, системно-логическим, демонстрационно-техническим и задачным. На основе этой разработки должны быть составлены: краткий отчёт о проведении 2–3 занятий и справка из учебного заведения (акт о внедрении), – которые следует отправить в Педагогический университет не позднее 28 февраля 2006 г. вместе с копией конспекта одного из занятий или части разработанных материалов.</p>	

**ЛЕКЦИЯ 8. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
ГОСУДАРСТВЕННЫХ СТАНДАРТОВ****1. Введение.**

2. Некоторые сведения о физических величинах в ГОСТе 16 253–70 «Метрология. Термины и определения».

3. Некоторые сведения о физических величинах в ГОСТе 8417–81/СТ СЭВ 1052–78 «Единицы физических величин».

4. Некоторые сведения о физических величинах в документе «Методические указания. Внедрение и применение СТ СЭВ 1052–78 “Метрология, единицы физических величин”. РД 50–160–79».

1. Введение

В процессе преподавания физики учитель средней школы имеет дело с физическими теориями, включающими в себя законы физики. Законы, как правило, имеют определённое математическое выражение, включающее в себя какие-то величины. Поэтому возникает необходимость называть величины, обозначать их

символами, производить с ними арифметические и алгебраические действия. Понять законы физики невозможно без понимания физических величин. В процессе решения задачи приходится иметь дело со сложными выражениями, состоящими из нескольких величин в числителе и знаменателе. Поэтому перед учителем и учащимися часто встаёт проблема: как назвать физическую величину, как её обозначить, как прочитать и назвать выражение, имеющее число и обозначение величины, как дать определение физической величины, как дать определение единицы физической величины, как прочитать сложное выражение, содержащее несколько физических величин.

Во всех этих случаях для получения правильного ответа следует обращаться к государственным стандартам (ГОСТам), в которых чётко определено всё, что касается физических величин. Но, поскольку доступ к государственным стандартам ограничен, особенно для учителей сельских школ, а имеющихся по этому вопросу в методических журналах и в методических пособиях сведений порой недостаточно, мы счита-

ем необходимым привести некоторые сведения из ГОСТов, касающиеся физических величин и их систем, единиц физических величин и их систем, которые необходимы в практической деятельности учителя.

2. Некоторые сведения о физических величинах в ГОСТе 16 253–70 «Метрология. Термины и определения»

- **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.

Не следует применять термин «величина» для выражения только количественной стороны рассматриваемого свойства, например, писать *величина массы, величина давления, величина силы* и т.д., т.к. эти свойства (масса, давление, сила) сами являются величинами. В этих случаях следует применять термин *размер физической величины, значение физической величины*.

- **Размер физической величины** – количественное содержание в данном объекте свойства, соответствующее понятию «физическая величина».

П р и м е ч а н и е . Отвлечённое число, входящее в значение физической величины, называется *числовым значением*.

Учащиеся должны различать эти понятия. Например, запись «12 кг» следует понимать так: 12 кг – это значение (размер) массы тела; 12 – это числовое значение массы; кг – это обозначение единицы массы; килограмм – наименование единицы массы.

- **Истинное значение** физической величины – значение физической величины, которое идеальным образом отражало бы в качественном и количественном отношениях соответствующее свойство объекта.

- **Действительное значение** физической величины – значение физической величины, найденное экспериментальным путём и настолько приближающееся к истинному значению, что для данной цели может быть использовано вместо него.

Учащиеся должны понимать, что на практике мы никогда не имеем дело с истинным значением любой величины, а лишь с её действительным значением.

- **Система физических величин** – совокупность физических величин, «связанных между собой зависимостями».

П р и м е ч а н и е . Для обозначения системы величин указывают группу основных величин, которые обычно обозначают символами их размерностей.

Примеры. Система величин LMT, в которой в качестве основных величин принята длина L, масса M и время T.

Система величин LMTI, охватывающая механические и электрические величины, в которой в каче-

стве основных величин приняты длина L, масса M, время T, сила электрического тока I.

Система величин состоит из основных и производных физических величин, определение которых также дано в ГОСТе.

- **Основная физическая величина** – физическая величина, входящая в систему и условно принятая в качестве независимой от других величин этой системы.

Пример. Длина L, масса M, время T в механике.

- **Производная физическая величина** – физическая величина, входящая в систему и определяемая через основные величины этой системы.

Пример. Скорость в системе величин определяется в общем случае уравнением $v = \Delta l / \Delta t$, где v – скорость, l – расстояние, t – время.

- **Размерность** – термин, правильное понимание которого очень важно для учителя, т.к. в школьной практике этот термин часто употребляется совершенно не по назначению. Размерность физической величины – *выражение, отражающее связь величины с основными величинами системы, в котором коэффициент пропорциональности принят равным единице*.

Размерность величины представляет собой произведение основных величин, возведённых в соответствующие степени.

Пример. Сила в системе величин LMT имеет размерность LMT^{-2} , теплоёмкость в системе величин LMT Θ имеет размерность $L^2MT^{-2}\Theta^{-1}$. (Краткая запись: $[F] = LMT^{-2}\Theta^{-0}$, или $\dim F = LMT^{-2}\Theta^{-0}$; $[c] = L^2MT^{-2}\Theta^{-1}$, или $\dim c = L^2MT^{-2}\Theta^{-1}$. См. «Физическую энциклопедию». – *Ред.*)

- **Размерная физическая величина** – величина, в размерности которой хотя бы одна из основных величин возведена в степень, не равную нулю.

Пример. Скорость имеет размерность LM^0T^{-1} , длина имеет размерность LM^0T^0 . (Краткая запись: $[v] = LM^0T^{-1}$, или $\dim v = LM^0T^{-1}$; $[l] = LM^0T^0$, или $\dim c = LM^0T^0$. См. «Физическую энциклопедию». – *Ред.*)

- **Безразмерная физическая величина** – величина, в размерности которой основные величины входят в степени, равной нулю.

Единицы физической величины могут быть основными и производными в соответствии с самими физическими величинами. Зная определение основной и производной физической величины, легко дать определение основной и производной *единицы* физической величины.

- **Основная единица** физической величины – это единица основной физической величины, выбираемая

произвольно при построении системы единиц.

Пример. В системе механических величин ЛМТ, соответствующей Международной системе единиц СИ, основными единицами являются метр, килограмм и секунда*.

• *Производная единица* физической величины – это единица производной физической величины, образуемая по определяющему эту единицу уравнению из других единиц данной системы единиц.

Примеры.

1 м/с – единица скорости в СИ.

1 Н = 1 (кг · м)/с² – единица силы в СИ.

Система единиц физических величин – совокупность основных и производных единиц, относящихся к некоторой системе величин, и образованная в соответствии с выбранными принципами.

Примеры. Система единиц СГС, система единиц МКС, Международная система единиц СИ.

• *Системная единица физической величины* – основная или производная единица системы единиц.

• *Внесистемная единица физической величины* – единица, не входящая ни в одну из систем единиц.

Примеры. Единица массы – 1 тонна, единица длины – световой год, единица мощности – лошадиная сила, единица давления – миллиметр ртутного столба.

• *Кратная единица физической величины* – единица, в целое число раз превышающая системную или внесистемную единицы.

Примеры. Километр – 1000 м, мегаватт – 10⁶ Вт, минута – 60 с.

• *Дольная единица физической величины* – единица, в целое число раз меньшая системной или внесистемной единицы.

Примечание. Как для кратных, так и для дольных единиц целое число должно соответствовать принятому в данной системе принципу образования кратных и дольных единиц.

Пример. Миллиметр – 10⁻³ м, микросекунда – 10⁻⁶ с, угловая минута – 1/60 углового градуса.

3. Некоторые сведения о физических величинах в ГОСТе 8417–81/СТ СЭВ 1052–78 «Единицы физических величин»

Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 19 марта 1981 г. № 1449 с

* В международной системе единиц СИ за основные приняты семь физических величин: длина (размерность L, наименование – метр, обозначение – м, или *m*); масса (M, килограмм, кг, *kg*), время (T, секунда, с, *s*), сила электрического тока (I, ампер, А, *A*), термодинамическая температура (Θ, кельвин, К, *K*), сила света (J, кандела, кд, *cd*), количество вещества (N, моль, моль, *mol*). – *Ред.*

1 января 1982 г. в СССР введён в действие ГОСТ 8.417–81/СТ СЭВ 1052–78/«ГСИ. Единицы физических величин», который действует и поныне. В журнале «Физика в школе» № 2 за 1983 г. приведены сведения о наименованиях и определениях единиц физических величин в СИ, основные, дополнительные и производные единицы, внесистемные единицы, допускаемые к применению наравне с единицами СИ, а также единицы, временно допускаемые к применению. Здесь мы приводим только сведения, которые не вошли в указанный журнал и в то же время совершенно необходимы учителю в практической деятельности.

• *Не допускается* применять с приставками единицы: времени – минута, час, сутки; плоского угла – градус, минута, секунда; астрономическую единицу – световой год; диоптрию и атомную единицу массы. В то же время не запрещается применять с приставками единицу времени – секунду, т.е. выражение *микросекунда* допустимо, но только в том случае, если секунда употребляется как единица времени, а не как единица плоского угла.

• В обозначениях единиц точка как знак сокращения не ставится.

Пример. Тело массой 2 кг прошло путь 40 м со скоростью 4 м/с. (Точка ставится только в конце предложения.)

• Обозначения единиц следует применять после числовых значений величин и помещать в строку с ними без переноса на следующую строку. Между последней цифрой и обозначением единицы следует оставлять пробел.

П р а в и л ь н о :	Н е п р а в и л ь н о :
125 кг; 225,2 м	125кг; 225,2м

• При указании величин с предельными отклонениями следует заключать числовые значения с пределами в скобки, а обозначение единицы помещать после скобок или проставлять после числового значения величин и предельного отклонения.

П р а в и л ь н о :	Н е п р а в и л ь н о :
(100,0 + 0,1) кг	100,0 + 0,1 кг
100,0 кг + 0,1 кг	

• *Допускается* применять обозначения единиц в пояснениях обозначений величин к формулам. *Не допускается* размещать обозначения единиц в одной строке с формулами, выражающими зависимость между величинами или между их числовыми значениями, представленными в буквенной форме.

П р а в и л ь н о :	Н е п р а в и л ь н о :
---------------------	-------------------------

$v = s/t,$ <p>где v – скорость, м/с; s – путь, м; t – время, с</p>

$v = s/t, \text{ м/с}$

лавной) буквы. Это правило позволяет увеличить количество букв, которые можно использовать для обозначения единиц, а в некоторых обозначениях сократить это количество.

Пример. 5 ампер = 5 А; 15 вольт = 15 В.

- Обозначение единиц, совпадающее с наименованием этих единиц, по падежам и числам изменять не следует, если они помещены после числовых значений, а также в заголовках граф (бар, бэр, Вар, моль, рад). Следует писать: 1 моль, 2 моль. Исключение составляет «световой год», который изменяется следующим образом: 1 световой год; 2, 3, 4 световых года, 5 световых лет.

Правила написания наименований единиц. В наименованиях единиц площади и объёма применяются прилагательные «квадратный» и «кубический». Например: квадратный метр, кубический метр. Эти же прилагательные применяются и в случаях, когда единица площади или объёма входит в производную единицу другой величины.

Например: кубический метр в секунду (единица расхода), кулон на квадратный метр (единица электрического смещения).

Если же вторая или третья степени длины не представляют собой площади или объёма, то в наименовании единицы вместо слов «квадратный» или «кубический» должны применяться выражения «в квадрате» (или «во второй степени»), «в кубе» (или «в третьей степени»).

Например: килограмм – метр в квадрате в секунду (единица момента количества движения).

- Наименования единиц, помещённых в знаменателе, пишутся с предлогом «на» по аналогии с наименованием единицы: метр на секунду в квадрате (наименование единицы ускорения); вольт на метр (напряжённости электрического поля).

Исключение составляют единицы величин, зависящие от времени в первой степени и характеризующие скорость протекания процесса. В этих случаях наименование единицы времени, помещённой в знаменателе, пишется с предлогом «в» по аналогии с наименованием единиц: скорости – метр в секунду; угловой скорости – радиан в секунду.

- Наименования единиц, образующих произведения, при написании соединяются дефисом (короткой чёрточкой, до и после которой не оставляется пробел) по аналогии с наименованиями единиц: ньютон-метр в минус второй степени.

- При склонении наименований производных единиц, образованных как произведения единиц, изменяется только последнее наименование и относящееся к нему прилагательное «квадратный» (или «куби-

ческий»).

Пример. Момент силы равен пяти ньютон-метрам, магнитный момент равен трём ампер-квадратным метрам.

- При склонении наименований единиц, содержащих знаменатель, изменяется только числитель, по правилу, установленному в предыдущем пункте для произведений единиц.

Пример. Ускорение, равное пяти метрам на секунду в квадрате; удельная теплоёмкость равна четырём десятым джоуля на килограмм-кельвин.

Рекомендации по применению наименований физических величин. Не следует в определениях величин допускать упоминание единиц физических величин, т.к. физический смысл величины не должен зависеть от выбора единиц.

П р а в и л ь н о : плотность – величина, определяемая отношением массы вещества к занимаемому им объёму.

Н е п р а в и л ь н о : плотность – величина, определяемая массой единицы объёма.

- Термины «число оборотов», «число оборотов в минуту», «число оборотов в секунду» вообще применять не следует. Для величины, характеризующей скорость изменения угла во времени, следует применять термин «угловая скорость».

Если же имеется в виду скорость изменения числа циклов вращения во времени, которое не подразделяется на части, то нужно применять термин «частота вращения». Единицей СИ частоты вращения является секунда в минус первой степени.

- Термин «объём» обычно применяется для характеристики пространства, занимаемого телом или веществом. Под *вместимостью* понимают объём внутреннего пространства сосуда или аппарата. Под *объёмом* сосуда, аппарата понимают объём пространства, ограниченного внешней поверхностью сосуда, аппарата. *Например:* «В сосуде **вместимостью** 6,3 м³ находится жидкость **объёмом** 5 м³». Применение термина «ёмкость» для характеристики внутреннего пространства сосудов и аппаратов не рекомендуется.

Здесь отобраны лишь некоторые сведения, многие из которых окажутся необходимыми и для учителей химии, математики и русского языка, других учебных предметов, а также для учителей начальных классов. Поэтому учитель физики, вооружённый знанием нормативов ГОСТов, может проводить методическую учёбу с целью выработки единых требований к знаниям учащихся, связанным с физическими величинами.

Литература

ГОСТ 16 263–70. Метрология. Термины и опреде-

ления.

ГОСТ 8.417–81/СТ СЭВ 1052–78. ГСИ. Единицы физических величин.

Крутский А.Н. Использование государственных стандартов в процессе изучения физических величин в средней школе (методические рекомендации). – Барнаул, ИУУ, 1984.

Маркушев В.А. Учителю – о метрологии (о книге Л.Р.Стоцкого «Физические величины и их единицы: справочник»). – Физика в школе, 1985, № 4.

Методические указания. Внедрение и применение СТ СЭВ 1052–78. Метрология. Единицы физических величин. РД 50–160–79. – М.: Издательство стандартов, 1979.

О единицах физических величин. – Физика в школе, 1983, № 2.

Стоцкий Л.Р. Применение единиц физических величин в школе. – Физика в школе, 1979, № 6.

Чертов А.Г. Физические величины (терминология, определения, обозначения, размерности, единицы): Справочник. – М.: Аквариум, 1997.

Дополнение от редакции

Бурдун Г.Д. СИ. Справочник по международной системе единиц. – М.: Изд. стандартов, 1971.

Физическая энциклопедия. – М.: Большая российская энциклопедия, 1994, т. 4.

Физические величины и их единицы (по

Л.Р.Стоцкому, Л.А.Сена). – Физика («ПС»), 2001, № 45, с. ●●7, ●●8.

Вопросы для самоконтроля

1. В каких государственных стандартах содержатся нормативные данные о физических величинах и их единицах?

2. Что называется физической величиной?

3. Что называется размерностью физической величины? Каким символом обозначается размерность?

4. Запишите размерности величин: длина, масса, время, скорость, плотность, ускорение, сила.

5. Какие выражения правильны: 1) 15 Ампер; 2) 15 ампер; 3) 15 а; 4) 15 А? (*Ответ.* 2 и 4.)

6. Как правильно назвать выражение «12 кг»?

7. Как правильно назвать в этом выражении число «12»?

8. Как правильно назвать запись «кг»?

9. Как правильно назвать запись «килограмм»?

10. Каким символом обозначается наименование и каким обозначение физической величины?

11. Какая физическая величина называется размерной?

12. Какая физическая величина называется безразмерной?

13. Что называется системой физических величин?

14. Что называется системой единиц физических величин?