

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 отчет о проведении 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 4. СИСТЕМНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПОДХОД К УСВОЕНИЮ ЗАКОНОВ ФИЗИКИ

План лекции

1. Теоретические основы системно-функционального подхода к усвоению законов физики.
2. Технология усвоения законов физики.
3. Заключение.

1. Теоретические основы системно-функционального подхода к усвоению законов физики и обоснование его актуальности. Основные положения теории системно-функционального подхода вам уже знакомы. Частично они были изложены в лекции 3 и более подробно в статье [1]. Полностью же вся система изложена в книгах *А.Н.Крутского* [2, 3], которые при желании можно выписать через МБА (межбиблиотечный абонемент) или заказать в виде ксерокопии в Алтайской краевой универсальной научной библио-

теке им. В.Я.Шишкова по адресу: 656038, Барнаул, ул. Молодёжная, д. 5 (тел. (8-385-2)-380035, e-mail: smelova@ab.ru).

Следует отметить дидактическую важность рассматриваемого вопроса. Нами неоднократно проводились исследования по степени овладения учащимися методологического знания. Если вы зададите учащимся вопросы «Что такое физическая величина?» или «Что такое закон?», то либо получите удручающий ответ, либо не получите никакого. Несмотря на большое число законов, изученных учениками 11-го класса по различным учебным предметам – физике, химии, биологии, обществознанию и другим, – никто не сможет сформулировать, что такое закон. То есть изучение большого числа частных явлений не приводит к автоматическому формированию общих понятий. Мало того, редко кто из выпускников физических факультетов педагогического или классического университетов даст такой ответ. По нашим данным, знанием о

функциональном назначении различных категорий науки обладают около 2% опрошенных различного уровня, да и то в плохо выражаемой форме. Можно привести классический пример ответа при анкетном опросе: «Закон – это набор слов, который надо запомнить» (!) (2000 г., ученица 10-го класса). Однако, если 2% учащихся самостоятельно выходят на понимание категорий науки, то при организованном обучении следует ожидать положительного эффекта.

Что же такое закон? В философском энциклопедическом словаре даётся такое определение: «Закон – необходимое, существенное, устойчивое, повторяющееся отношение между явлениями. Закон выражает связь между предметами, составными элементами данного предмета, между свойствами вещей, а также между свойствами внутри вещи» [4]. Для учащихся школы функция закона как элемента знания курса физики (и других предметов) может быть определена следующим образом: закон – это выражение устойчивых существенных связей между физическими явлениями и характеризующими их величинами. Учащиеся должны прочно усвоить, что закон – это связь, зависимость. Эта связь должна быть устойчивой, повторяющейся. Познание законов является основной задачей науки, смыслом её существования. Познав законы, человек получает возможность управлять явлениями природы, ставить их себе на службу.

2. Технология усвоения законов физики. Согласно требованиям, изложенным в [5], принципов обучения знание о законе должно включать в себя:

- информацию непосредственно образовательного характера, содержащую основные сведения о явлениях, описываемых законом;
- информацию, способствующую формированию научного мировоззрения учащихся и решению остальных задач воспитания;
- информацию, способствующую психическому развитию учащихся.

Поэтому структура знания о законе может быть следующей:

- краткие исторические сведения о законе;
- роль данного закона в развитии естественно-научного знания;
- экспериментальные факты, послужившие основанием для открытия закона;
- математический аппарат закона;
- сущность закона;
- область практического применения закона.

Все пункты, кроме предпоследнего, не представляют особой сложности для учащихся. Их познание является лишь только результатом добросовестной учебной работы. Наибольшую тревогу вызывает непонимание сущности законов (даже хорошими учениками). Поэтому раскрытие именно этой части структуры знания о законе требует специальных приёмов системно-функционального подхода.

Чтобы понять сущность закона, мы должны знать:

формулу; зависимость между величинами, которые он выражает; характер зависимости величины, стоящей в левой части формулы (уравнения), от величин, стоящих в правой его части; формулировку закона; название коэффициента пропорциональности; его физический смысл; наименование единицы этого коэффициента; значение коэффициента. Большинство этих элементов знания можно получить, ничего «не зазубривая» по определённым технологиям, которые мы называем «правилами системного усвоения». Таким образом, для осмысленного усвоения закона необходимо иметь о нём как минимум восемь элементов знания.

Законы могут выражаться в различной форме: в виде формул (аналитически), в виде вербальных формулировок, графиков, таблиц. Рассмотрим законы, выраженные в школьных учебниках в виде формул. Отметим, что среди них есть такие, которые так и названы словом «закон», например: закон Ома, закон Кулона и т.д. Но есть и такие, которые «не удостоились чести» *называться* законами, хотя от этого и не потеряли своей функции взаимосвязи между величинами, как, например, формула для сопро-

тивления проводника $R = \rho \frac{l}{S}$. В итоге мы можем обнаружить достаточно большое число формул, названных термином «закон», и ещё больше – не названных так. Сколько их конкретно, слушателям курсов предстоит выявить самостоятельно в процессе выполнения контрольной работы.

Выписав и представив наглядным образом все законы, обращаем внимание на сходство внешней формы их математического выражения. В левой части уравнения всегда стоит физическая величина, значение которой при различных условиях определяет закон. В правой части уравнения нередко встречается коэффициент пропорциональности, по которому проще всего распознать принадлежность данной формулы к системе законов. Правда, он не всегда является обязательным компонентом каждого уравнения. Во многих законах коэффициент равен единице, а потому не записывается в формулу. Иногда он не носит универсального характера и может быть неодинаковым в формулах одного и того же закона, описывающего различные физические объекты, как, например, в законах Фарадея, Гука и других. С конкретным значением коэффициента они применимы лишь к конкретным объектам: конкретной пружине, конкретному химическому веществу и др. В некоторых законах коэффициент пропорциональности имеет единственное значение для всех объектов. В этом случае он носит название *универсальной физической константы*. Соответственно универсальным для всех объектов природы является и

закон. Например, $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ – закон всемирного тяготения. Он справедлив для любых масс, будь то твёрдые тела, жидкости или газы (железо, вода, кис-

лород). Он действует одинаковым образом на Земле, на Луне, на Марсе и т.д.

Далее, в правой части уравнения находится набор переменных, от которых зависит значение величины, стоящей в левой его части. При изменении значения любой из них меняется в соответствии с выражаемой законом зависимостью значение величины в левой части уравнения. В этом основное отличие формул, выражающих законы физики, от формул, определяющих

физические величины вида $C = \frac{A}{B}$. Если в формулах

для физических величин при изменении правой части любой из них, A или B , значение величины C не меняется (т.к. с изменением одной из них во столько же раз изменяется значение другой, а их отношение остаётся постоянным), то в формулах, выражающих законы физики, при изменении любой величины правой части уравнения меняется значение левой её части.

Формулы для физических величин вида $C = \frac{A}{B}$ выра-

жают независимость, инвариантность величины C . Она лишь определяется через A и B , но её значение не зависит от них. Формулы же законов, наоборот, выражают зависимость значения величины левой части уравнения от значения величины правой его части. Именно в этом и состоит функциональное назначение законов. Аналогичность внешней формы выражения законов оказалась опять же не случайной. Она является следствием аналогичности их функционального назначения, которая определяет аналогичность конструирования всех формулировок, связанных с уравнениями законов.

Все законы физики, а также формулы, имеющие функции и внешнюю форму математического выражения законов, могут быть формально выражены как

$Z = k \frac{X_i}{Y_i}$, где X_i и Y_i – набор переменных, непосред-

ственно влияющих на состояние величины Z , а k – коэффициент пропорциональности, значение которого зависит от свойств объекта и от выбора системы единиц.

Совместный анализ и формальное представление законов позволяет разработать технологию их системного усвоения.

Первое правило: как записывать формулу закона?

- $F = -kx$ – закон Гука, где F – сила упругости, возникающая в теле при деформации; x – деформация, изменение размеров тела относительно его начальной длины под действием приложенной силы (удлинение или сжатие); k – коэффициент пропорциональности; знак «минус» означает, что сила упругости направлена в сторону, противоположную деформации.

- $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$ – это закон Кулона, где F – сила взаимодействия зарядов; q_1 и q_2 – значения зарядов;

r – расстояние между ними; k – коэффициент пропорциональности.

В формализованном виде это правило можно представить так: $Z = K \frac{X_i}{Y_i}$, где Z – это величина, значение которой определяется данным законом; X_i и Y_i – набор переменных, от которых зависит значение величины Z ; K – коэффициент пропорциональности.

Второе правило: от чего зависит величина, стоящая в левой части уравнения?

- $F = -kx$. От чего зависит сила упругости конкретного тела? Сила упругости зависит от значения деформации тела (от удлинения или сжатия).

- $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$. От чего зависит сила взаимодействия зарядов? Сила взаимодействия зарядов зависит от значения модулей зарядов и расстояния между ними.

- $Z = K \frac{X_i}{Y_i}$. От чего зависит значение Z ? Значение Z зависит от X_i и Y_i .

Говорить, что значение величины в левой части уравнения зависит от коэффициента пропорциональности, не следует, т.к. его значение не меняется лишь в частных случаях конкретных явлений, а в общем случае при различных ситуациях может меняться. Например, в законе Гука коэффициент пропорциональности зависит от формы и размеров конкретного тела и вещества, которое подвергается деформации.

Третье правило: как зависит величина, стоящая в левой части уравнения, от величин, стоящих в правой его части?

- $F = -kx$. Сила упругости **прямо пропорциональна** деформации.

- $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$. Сила взаимодействия зарядов **прямо пропорциональна** их произведению. Сила взаимодействия зарядов **обратно пропорциональна** квадрату расстояния между ними.

- $Z = K \frac{X_i}{Y_i}$. Z **прямо пропорциональна** X_i .

Z **обратно пропорциональна** Y_i .

На зависимость величины, стоящей в левой части уравнения, от коэффициента пропорциональности по ранее указанным причинам внимание не обращается. В общем виде правило системного усвоения в данном случае может быть таким:

Величина, стоящая в левой части уравнения закона, прямо пропорциональна величинам, стоящим в числителе правой части уравнения, и обратно пропорциональна величинам, стоящим в знаменателе правой его части.

Четвёртое правило: как сконструировать словесную формулировку закона? (Как дать определение закона? Как прочитать закон?)

Ответы на второй и третий вопросы автоматически дают формулировку закона. Здесь важно довести до учащихся мысль, что формулировки законов не заучиваются и не вспоминаются, а конструируются всякий раз в соответствии с его формулой. Если ученик разобрался с ответами на вопросы «От чего зависит величина левой части уравнения?» и «Как она зависит от величин правой части?», то он фактически уже сконструировал формулировку.

• $F = -kx$. Сила упругости, возникающая в теле при деформации, **прямо пропорциональна** деформации тела.

• $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$. Сила взаимодействия зарядов **прямо пропорциональна** их произведению и **обратно пропорциональна** квадрату расстояния между ними.

• $Z = K \frac{X_i}{Y_i}$. Z **прямо пропорциональна** X_i и **обратно пропорциональна** Y_i .

Условием выполнения, например, закона Кулона, является то, что заряды должны быть точечными, неподвижными и находиться в вакууме. Но об условиях целесообразно говорить отдельно от формулировок, иначе они становятся слишком громоздкими и непознаваемыми для многих учащихся.

Относительно конструирования формулировок законов следует сделать ряд замечаний. На наш взгляд, формулировки законов во всех учебниках физики (И.К.Кикоина и А.К.Кикоина, Б.Б.Буховцева и Г.Я.Мякишева, Ю.Л.Климонтовича, С.В.Громова, В.А.Касьянова и др.) отличаются научной строгостью, точностью, полнотой, но совершенно не учитывают детскую психологию усвоения знаний. Они слишком сложны по конструкции, недоступны для понимания среднего ученика, не говоря уж о слабом. Поэтому большинство учащихся только запоминает их – на короткое время. Все авторы стараются в формулировку закона вложить как характер зависимости между величинами, так и условия выполнения закона, отражающие границу его применимости. На наш взгляд, это вряд ли целесообразно. Формулировки следует разделить на две части, тогда смысл закона будет понятен любому ученику. В первой части целесообразно отразить лишь характер зависимости между величинами, а во второй, дополнительной, части – уточнить характер физического процесса и указать условия и границы применимости закона. Например:

• $I = \frac{U}{R}$.

1. Сила тока **прямо пропорциональна** напряжению и **обратно пропорциональна** сопротивлению.

2. Закон справедлив для напряжений, измеренных на концах данного участка цепи, и сопротивления этого участка.

$$\bullet F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}.$$

1. Сила взаимодействия двух зарядов **прямо пропорциональна** их произведению и **обратно пропорциональна** квадрату расстояния между ними.

2. Закон справедлив, если заряды точечные, неподвижные и расположены в вакууме.

На наш взгляд, в физике есть ещё большой резерв дидактического преобразования содержания учебного предмета в сторону увеличения его доступности без ущерба для уровня научности.

Пятое правило: как называется коэффициент пропорциональности в законе? (Это, скорее, не правило, а просто очередной элемент логики развития знания о законе.)

• $F = -kx$. Коэффициент пропорциональности называется **жёсткостью**.

• $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$. Коэффициент пропорциональности не имеет названия.

Шестое правило: каков физический смысл коэффициента пропорциональности в законе?

• $F = -kx$. Жёсткость численно равна силе, которая возникает при деформации тела на **одну единицу** длины (в СИ это увеличение или уменьшение длины на **один метр**).

• $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$. Гравитационная постоянная численно равна силе, которая возникает между двумя **единичными** зарядами, находящимися на расстоянии в **одну единицу** (в СИ – между двумя зарядами по **одному** кулону на расстоянии **один метр**).

• $Z = K \frac{X_i}{Y_i}$. Коэффициент пропорциональности K численно равен Z при X_i , равном **единице**, и Y_i , равном **единице**.

При выявлении физического смысла коэффициента пропорциональности, например, в законе Кулона, полезен такой приём. Закрываем в правой части формулы закона все величины, кроме коэффициента:

$$F = k \frac{\blacksquare}{r^2}.$$

Читаем оставшуюся часть уравнения в обратную сторону: коэффициент равен силе. Есть ли такие значения остальных величин, которые не влияют на результат равенства? Такое возможно, если все они имеют значения по единице. Следовательно, гравита-

ционная постоянная численно равна силе, с которой взаимодействуют два заряда по **одному** кулону на расстоянии **один** метр.

Здесь надо говорить слово «численно», т.к. равны только числа коэффициента и величин, но наименование их единиц различно.

Седьмое правило: как получить наименование (обозначение) единицы коэффициента?

Выражаем из уравнения закона коэффициент пропорциональности. Получаем наименование единицы коэффициента (см. выше).

Государственным стандартом на физические величины [6] предусмотрены квадратные скобки, которые заменяют слова «наименование единицы физической величины» или «обозначение единицы физической величины».

$F = -k \cdot x \rightarrow k = \frac{[F]}{x}$	$[k] = \frac{[F]}{[x]} = \frac{\text{Н}}{\text{м}}$	$[k] = \frac{\text{Н}}{\text{м}}$
$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \rightarrow k = \frac{F \cdot r^2}{q_1 \cdot q_2}$	$[k] = \frac{[F] \cdot [r^2]}{[q_1] \cdot [q_2]} = \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}$	$[k] = \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}$
$Z = k \frac{X_i}{Y_i} \rightarrow k = \frac{Z \cdot Y_i}{X_i}$	$[k] = \frac{[Z] \cdot [Y_i]}{[X_i]}$	

Восьмое правило: чему равен коэффициент пропорциональности?

• $F = -kx$. В законе Гука жёсткость конкретных тел, подвергающихся деформации, может быть самой различной в зависимости от формы тела, размеров и материала, из которого они изготовлены. Числовое значение коэффициента определяется экспериментально по формуле $k = \frac{[F]}{x}$.

• $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$. Коэффициент в законе Кулона является универсальной константой. Она имеет единственное значение, которое можно найти в любом физическом справочнике: $G = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{Кл}^2}$. С такой силой взаимодействуют два заряда по 1 Кл на расстоянии 1 м.

физическом справочнике: $G = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{Кл}^2}$. С такой силой взаимодействуют два заряда по 1 Кл на расстоянии 1 м.

физическом справочнике: $G = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{Кл}^2}$. С такой силой взаимодействуют два заряда по 1 Кл на расстоянии 1 м.

Вопросы для самоконтроля знаний и практические задания

1. Что такое закон? Сколько законов изучается в курсе физики средней школы? Выберите их из учебников физики с 7-го по 11-й класс. Подготовьте этот список для представления его в контрольной работе.

2. Изучите требование образовательного стандарта по физике содержательной линии «Методы естественнонаучного познания» и покажите, какие пунк-

ты её требований выполняет системно-функциональный подход к усвоению законов физики [6].

3. Почему не во всех формулах законов имеется коэффициент пропорциональности?

4. В чём фундаментальное отличие формул величин от формул законов?

5. Представьте в формализованном виде различные типы величин и различные законы физики.

6. Сколько элементов знания можно выделить о законе? Перечислите их.

7. Сколько элементов знания целесообразно иметь о сущности закона? Перечислите их.

8. Сформулируйте правило, как получить наименование единицы коэффициента пропорциональности в законе.

9. Почему при формулировании величины просто говорят, что величина равна отношению других величин, а при формулировании физического смысла коэффициентов в законе говорят, что коэффициент численно равен какой-то величине?

10. В чём основное отличие формул, выражающих законы физики, от формул, определяющих физические

величины вида $C = \frac{A}{B}$?

11. Подсчитайте, во сколько раз сокращается объём информации для механического запоминания при использовании технологий усвоения законов (тех, которые *названы* словом «закон»).

12. Разработайте для кабинета физики пособия по системному усвоению законов физики в виде ватмановских листов (либо в другой форме, например, слайдов для проекций на кодоскопе, презентации на *Power Point*), сфотографируйте их и включите фотографии, плёнки или дискету в состав контрольной работы.

13. Организуйте в своих классах обучение правилам системного усвоения законов. Разработайте задание для проверки эффективности такого обучения. Подтвердите эффективность обучения справкой от директора школы о внедрении технологий усвоения законов в учебный процесс вашей школы.

Литература

1. Косихина О.С., Крутский А.Н. Психодидактическая система. Технология системного усвоения знаний. – Физика («ПС»), 2004, № 27-28.

2. Крутский А.Н. Психодидактика. Ч. 4: Системно-функциональный подход к усвоению знаний. – Барнаул: БГПУ, 1993.

3. Крутский А.Н. Психодидактическая технология системного усвоения знаний. – Барнаул: БГПУ, 2002.

4. Философский энциклопедический словарь. – М.: Советская энциклопедия, 1983.

5. Российский стандарт школьного физического образования. – Физика в школе, 1993, № 4, с. 4–10; Физика («ПС»), 2003, № 39, 42.

6. ГОСТ 16-263. Метрология. Термины и определения.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1

I. Дискретный подход

Проведите объяснение материала в двух классах различными способами: традиционно, как вы это делали обычно, и на основе дискретного подхода, используя блок с ДЭЗ (доминирующими элементами знания). Результаты представьте в виде таблицы по образцу на листе формата А4.

Класс		Раздел курса физики	
Тема			
№	ДЭЗ	Источник знаний	Вопросы к ДЭЗ
Результаты проверочной работы любого типа (диктант, самостоятельная работа, контрольная работа, зачёт и т.д.)			
Качество обученности в классе, где не применялись ДЭЗ (процент получивших «4» и «5» относительно общей численности класса)		Качество обученности в классе, где применялись ДЭЗ (процент получивших «4» и «5» относительно общей численности класса)	

II. Системно-функциональный подход (физические величины)

А) Составьте таблицу всех физических величин, изучаемых в каком-либо разделе физики основной или полной школы по образцу.

Класс		Раздел курса физики	
Обозначение (и назначение) физической величины	Формула для вычисления физ. величины	Единицы физической величины	Формула в обобщённом математическом виде

Б) Выберите две какие-либо формулы одного математического вида (например, $C = A/B$ или $C = A/(BD)$). Проанализируйте письменно знания о физических величинах, необходимые для усвоения их учащимися по плану.

III. Системно-функциональный подход (законы)

А) Выберите в каком-либо разделе школьного курса физики все изучаемые законы и закономерности; выпишите их в таблицу. Ответ оформите на листе формата А4.

Законы в виде формул и соотношений	Следствия из законов в виде формул и соотношений	Формулы, отражающие закономерности и несущие функции законов

Б) Проанализируйте знания о каких-либо двух законах одного математического вида по плану.

Знания о законе	Закон 1	Закон 2
1. Формула.		
2. Зависимость между какими величинами выражает закон?		
3. Как зависит величина, стоящая в левой части уравнения, от величин, стоящих в правой его части?		
4. Формулировка закона.		
5. Как называется коэффициент пропорциональности в данном законе?		
6. Каков его физический смысл?		
7. Получите наименование единицы коэффициента.		
8. Чему равен коэффициент пропорциональности?		

Постарайтесь уместить ответ на листе формата А4.

Физические величины, определяемые математической формулой вида $C =$		
Обязательные знания о физической величине	Физическая величина 1	Физическая величина 2
1. Формула		
2. Словесная формулировка		
3. Физический смысл		
4. Единица физической величины		
5. Единицы физической величины в СИ		
6. Наименование единицы в СИ		

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1

к курсу А.Н.Крутского, О.С.Косихиной «Психодидактика: новые технологии в преподавании физики»

Контрольная работа должна быть отправлена до 30 ноября 2005 г. по адресу: ул. Киевская, д. 24, г. Москва, 121165, Педагогический университет «Первое сентября».

Фамилия	<input type="text"/>
Имя	<input type="text"/>
Отчество	<input type="text"/>
Идентификатор (указан в вашей персональной карточке)	<input type="text"/>

Если вам пока не известен идентификатор, не заполняйте это поле.

Если у вас есть вопросы или замечания по курсу в целом, то запишите их в поле «Комментарий».

Комментарий

УВАЖАЕМЫЕ СЛУШАТЕЛИ КУРСОВ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ!

Контрольная работа включает 5 заданий по материалу четырёх пройденных лекций А.Н.Крутского и О.С.Косихиной «Психодидактика: новые технологии в преподавании физики», которые учитель впоследствии может использовать как дидактический материал в своей работе.

Оценка контрольной работы производится по рейтинговой системе: 0,5 балла или 1 балл в зависимости от объёма выполнения задания. Максимальные оценки:

1. Дискретный подход:
за ДЭЗ – 1 балл; за эксперимент – 1 балл.
2. Системно-функциональный подход (физические величины):
А) таблица величин – по 1 баллу за каждую величину;
Б) анализ величин по 1 баллу за каждую величину.
3. Системно-функциональный подход (законы):
А) таблица законов – по 1 баллу за каждый закон;
Б) анализ законов – по 1 баллу за каждый закон.

Контрольная работа засчитывается, если она выполнена не менее чем на 10 баллов.

Требования к оформлению задания

Выполненную на листах формата А4 контрольную работу следует выслать вместе с бланком, напечатанным на с. 9.