

Формы энергии и виды энергии и энергообмена

СОДЕРЖАНИЕ.

1. Путаница в определениях форм и видов энергии.
2. Что следует назвать формами энергии?
3. Что следует назвать видами энергии?
4. Кинетическая и потенциальная энергии принадлежат каждой форме энергии.
5. Сколько может быть всего видов энергии?
6. Что следует назвать формами и видами энергообмена?
7. Биологическая форма энергии и спекуляции вокруг нее.

1. Путаница в определениях форм и видов энергии.

Понятие “энергия” в современной научной, учебной и справочной литературе и, особенно, в средствах массовой информации обросло большим количеством дополнений и определений, которые подчас не имеют никакого отношения к физике. История их возникновения проиллюстрирована схемой, приведенной в конце параграфа.

Но в вопросе систематизации понятий “формы энергии” и “виды энергии” четкости нет. Приведем определения из различных первоисточников.

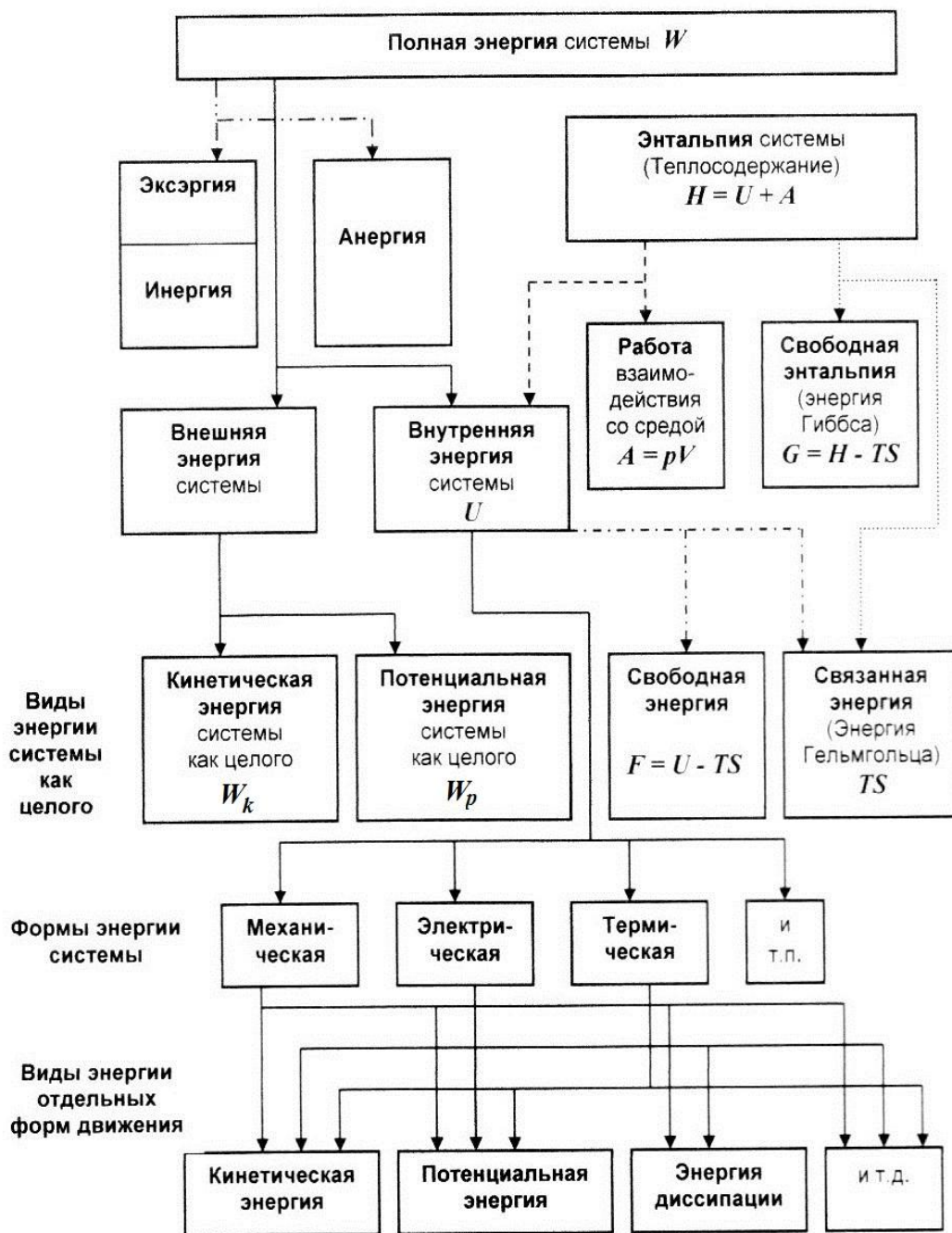
В словаре Глоссарий.ру “энергия – это скалярная физическая величина, являющаяся единой мерой различных форм движения материи и мерой перехода движения материи из одних форм в другие”. (Здесь и далее подчеркивания в цитатах наши - И.К.). О том же говорит и БСЭ: “Энергия в природе не возникает из ничего и не исчезает; она только может переходить из одной формы в другую”. В этих двух определениях речь идет только о формах движения и о формах энергии.

А в метрологическом справочнике А.Чертова (1990) сказано так: “Различным видам движения и взаимодействия материи соответствуют разные виды энергии: механическая (кинетическая и потенциальная), внутренняя, электромагнитная, ядерная и др.”. Здесь речь идет уже о видах движения и видах энергии. В учебнике по физике И.Савельева (2005, кн.1) энергия также делится только на виды. Вот цитата: “В соответствии с различными формами движения материи рассматривают разные виды энергии - механическую, внутреннюю, электромагнитную, ядерную и др.”. И далее: “Механическая энергия бывает двух видов - кинетическая и потенциальная”. Здесь уже виды энергии соответствуют формам движения.

Но можно привести и примеры смешения понятий “формы энергии” и “виды энергии”. Например, в справочнике по физике Б.Яворского и А.Детлафа (1990) приведено такое словосочетание: “различные виды (формы) энергии”. Здесь формы и виды энергии приравнены друг другу. О.Бондаренко и С.Кадыров (2000) подразделяют энергию на иерархически высшие и низшие области, к первым они относят кинетическую, магнитную, механическую энергии, ко вторым – потенциальную, электрическую, тепловую. Тут вообще непонятно, почему механическая и кинетическая энергии равноправны в смысле их классификации.

В.Эткин (2008) вводит понятия упорядоченной и неупорядоченной энергии, выводя эти понятия из упорядоченной работы технических устройств, предназначенной для “целенаправленного преобразования одних видов энергии в другие”, и неупорядоченной работы, при которой отсутствует упорядоченное движение физической системы (ее перемещение). Однако энергия не может быть упорядоченной и неупорядоченной, эти прилагательные можно отнести только к формам движения энергоносителей. Это они движутся, перенося с собой энергию, сама по себе энергия двигаться не может, это физическая величина.

Приведенные сведения свидетельствуют о том, что в современной физике и в современной метрологии энергия на формы и виды не подразделяется вообще. А если подразделяется, то формы и виды энергии трактуются по-разному. Однако таким терминам, как “формы энергии” и “виды энергии” следует обязательно придать однозначность, такая попытка предпринята в работах И.Когана (2006, 2007, 2009).



2. Что следует назвать формами энергии?

Прежде всего, следует выяснить лексическое содержание слов “форма” и “вид”. Словарь русского языка так толкует эти два понятия: “*Форма – устройство, тип, структура, характер которой обусловлен содержанием. Вид – понятие, обозначающее ряд предметов, явлений с одинаковыми признаками и входящее в более общее понятие рода*”. Судя по этому толкованию, форма является более общим, а вид – менее общим понятием. Следовательно, вид должен входить в форму как ее составная часть. Применим этот вывод к понятиям “форма энергии” и “вид энергии”.

В БСЭ в словарной статье “энергия” указывается: “*В соответствии с различными формами движения материи рассматривают различные формы энергии*”. Это напрямую вытекает из закона сохранения энергии, приведенного в статье, посвященной [потенциалам системы](#), где изменение внутренней энергии системы dU равно сумме изменений энергии во всех формах движения системы и определяется уравнением

$$dU = \sum_i P_i dq_i \quad , \quad (1)$$

в котором P_i – потенциал i -ой формы движения, а dq_i – изменение координаты состояния i -ой формы движения. Учение о различных [формах движения](#) было развито в трудах А.Вейника (1968).

В соответствии с различными формами движения материи, следует рассматривать и различные **формы энергии**: *механическую, гидравлическую, тепловую, электромагнитную, ядерную* и т. д., что и изображено в предпоследнем ряду приведенной выше схемы.

3. Что следует назвать видами энергии?

Для выяснения того, что можно понимать под видами энергии, следует рассмотреть для какой-то одной i -ой формы движения изменение [разности потенциалов](#) ΔP_i между равновесной системой и средой, влекущее за собой переходный процесс изменения состояния системы, или изменение разности потенциалов ΔP_i внутри неравновесной системы, влекущее за собой процесс выравнивания потенциалов внутри системы. Это приводит к уравнению динамики системы, представленному в статье И.Когана (1998) в виде:

$$\sum_{k=0}^m a_{ki} \frac{d^k q_i}{dt^k} = \Delta P_i, \quad 2)$$

где k – порядок производной по времени; m – наибольший порядок производной, ограничиваемый в современной физике числом 2. Каждой форме энергии соответствуют $(m + 1)$ видов энергии, показанных на приведенной выше схеме в нижнем ряду. В современной физике рассматриваются обычно лишь три разных вида противодействий системы при переходном процессе, что обычно соответствует $m = 2$. Фактически $m > 2$, но производными по времени более высокого порядка обычно пренебрегают.

При $k = 0$ речь идет о противодействии жесткости, при $k = 1$ – о диссипативном противодействии и при $k = 2$ – о противодействии инертности. Каждое из этих трех противодействий входит в уравнение, определяющее один из трех видов энергии i -ой формы движения: *потенциальной энергии, энергии диссипации и кинетической энергии*.

4. Кинетическая и потенциальная энергии принадлежат каждой форме энергии.

Неверно приписывать кинетическую и потенциальную энергию только механической форме движения, как это сделано, например, в справочнике по физике Б.Яворского и А.Детлафа (1990). Виды энергии должны трактоваться в обобщенном смысле, ибо они относятся к любой форме движения и, следовательно, к любой форме энергии. Например, имеется кинетическая электрическая энергия, и это не то же самое, что кинетическая механическая энергия. Это кинетическая энергия движения электронов проводимости, а не кинетическая энергия механического движения тела. Точно так же потенциальная электрическая энергия это не то же самое, что потенциальная механическая энергия.

Обычно вместо слов “кинетическая электрическая энергия” говорят просто об электрической энергии, даже не подразумевая слово “кинетическая”. Но слово

“электрическая” определяет форму энергии, а не вид энергии, ведь может быть еще и потенциальная электрическая энергия, и электрическая энергия диссипации. Точно так же, когда произносят два слова “кинетическая энергия”, то имеют обычно в виду только кинетическую механическую энергию, но слово “механическая” при этом опускают. В плане сказанного выше это не совсем конкретно, хотя, если вдуматься, имеет основание. Действительно, в основе любой формы энергии лежит механическое движение энергоносителей (движение электронов, ионов, молекул газа или жидкости), описываемое одним и тем же обобщенным уравнением динамики..

И всё же в результате смешения понятий “формы энергии” и “виды энергии” возникают подчас неверные физические аналогии. Некоторые сторонники теории физических аналогий считают, что кинетическая механическая энергия может быть аналогична потенциальной электрической энергии, хотя такая аналогия некорректна. Формально такая аналогия может себя оправдывать на практике в отдельных случаях, но это не будет отражать физического содержания.

Виды энергии могут переходить друг в друга, оставаясь принадлежащими одной и той же форме энергии. Переход разных видов энергии друг в друга является следствием перераспределения значений этих видов энергии внутри одной и той же формы движения. Например, кинетическая энергия любой формы движения в неконсервативных системах переходит в энергию диссипации. Не исключается также перенос любого вида энергии одной формы движения в любой вид энергии другой формы движения. У А.Вейника (1968) это называется законом взаимности.

В разных разделах современной физики математическая запись одного и того же вида энергии в разных формах движения часто выглядит по-разному. Иногда меняется и терминология. Но это лишь затрудняет понимание сути происходящего.

Итак, ***форма энергии определяется только формой движения. А в каждой форме движения имеются одни и те же виды энергии.*** Их значения определяются только конструктивными параметрами рассматриваемой формы движения, потому что именно эти параметры входят в уравнение динамики и уравнение переходного процесса.

5. Сколько может быть всего видов энергии?

Поскольку современная физика рассматривает уравнение динамики (2) лишь с тремя слагаемыми, то и рассматриваются обычно только три вида энергии (потенциальная, кинетическая и диссипации). Но в уравнении динамики нет запрета на существование других видов энергии, определяемых порядком производной по времени $k > 2$. В частности, четвертый вид энергии (при $k = 3$) интересует исследователей процессов разгона и торможения двигателей в энергетике, на транспорте, в космонавтике, специалистов по теории удара. П.Пирнат (2005), например, включил в созданную им систему физических величин величины, связанные с четвертым видом энергии, хотя эта процедура и перегрузила систему П.Пирната редко применяемыми физическими величинами. Мы полагаем также, что и пятый вид энергии (при $k = 4$) может интересовать, например, специалистов по взрывным процессам.

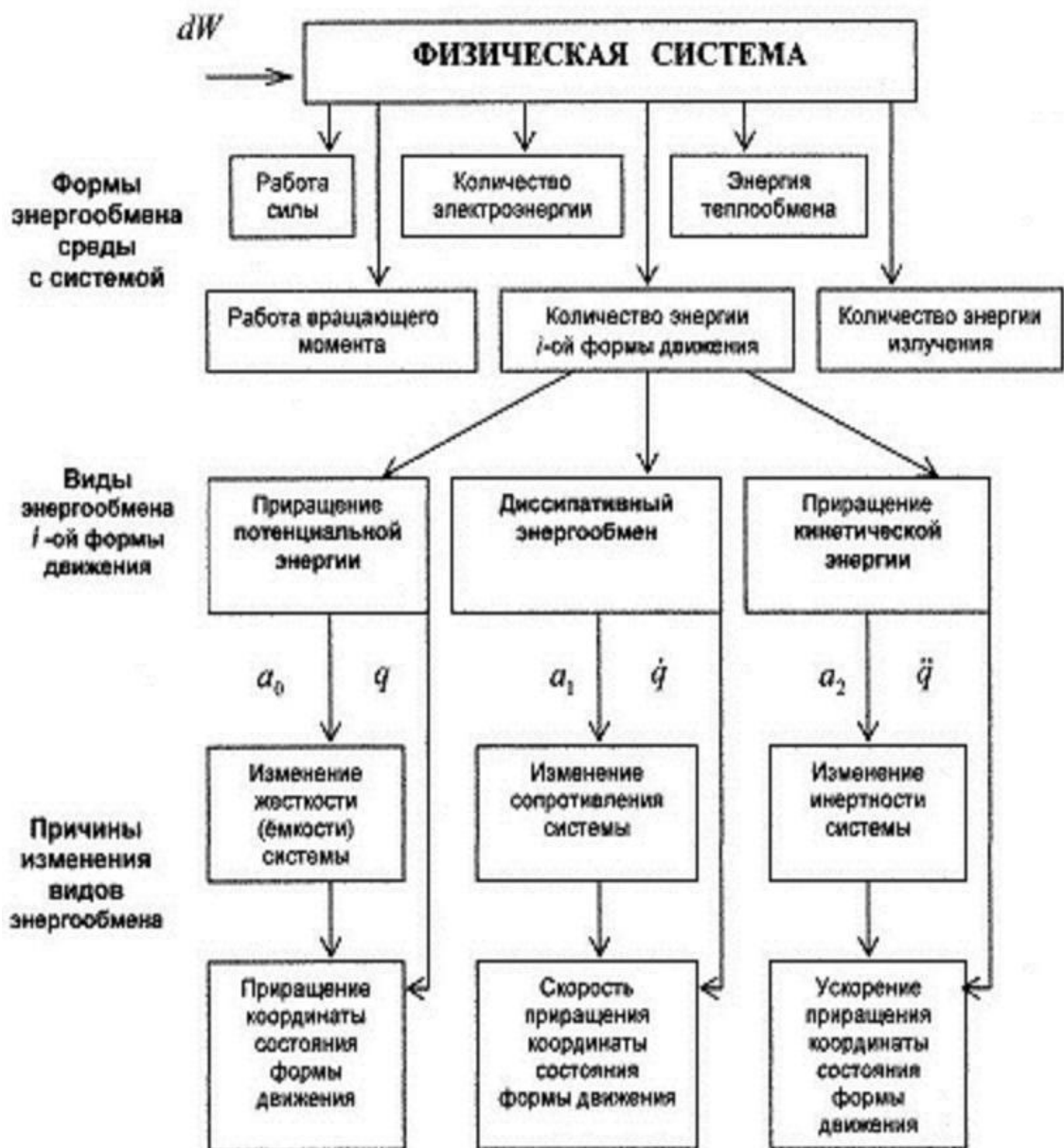
Обратим внимание также на то, что виды энергии, определяемые четными значениями k , связаны с параметрами консервативных систем, а виды энергии, определяемые нечетными значениями k , связаны с параметрами неконсервативных систем.

Отметим также, что энергия диссипации связана с качественным изменением энергии. К слову, применяемый иногда термин “диссипативные потери энергии” некорректен, ибо энергия теряться не может. Точнее было бы сказать о диссипативных потерях энергии упорядоченных форм движения. Вместо термина “энергия диссипации” (в переводе на русский язык – энергия рассеяния) в некоторых научных работах применяют термин “энергия деградации” (в переводе на русский язык – энергия

вырождения). Но и это не точно, вырождается не энергия, а способность системы производить работу.

К числу противодействий системы внешнему воздействию относится противодействие физического поля, связанное с перемещением системы в этом поле или с ее возможным поворотом относительно силовых линий поля. Это противодействие является удельным изменением потенциальной энергии, которая может рассматриваться в двух подвидах. Первый подвид потенциальной энергии связан с изменением положения системы в физическом поле, его можно назвать изменением **потенциальной энергии положения**. Второй подвид потенциальной энергии, связанный с противодействием жесткости, можно назвать **потенциальной энергией деформации**. Этот подвид потенциальной энергии связан с внутренним силовым полем системы (полем упругих сил).

6. Что следует назвать формами и видами энергообмена?



В термодинамике равновесных систем энергообмен системы с окружающей средой имеет две формы – механическую работу (работу силы) и теплообмен, так как рассматриваются всего две формы движения – механическая прямолинейная и тепловая.

При рассмотрении физической системы со многими формами движения следует говорить о многих формах энергообмена и видах энергообмена, что отражено на показанной справа схеме.

Такие понятия, как работа силы, количество теплоты, количество электроэнергии, являются различными формами энергообмена в различных формах движения. А виды энергии (потенциальная, диссипативная, кинетическая) указывают на виды энергообмена внутри одной и той же формы движения.

Причинами изменения видов энергообмена становятся изменения параметров системы (жесткости, сопротивления, инертности). Например, изменение жесткости системы приводит к изменению **потенциальной энергии** формы движения, изменение сопротивления – к изменению **энергии диссипации** формы движения, а изменение инертности – к изменению **кинетической энергии** формы движения. А сумма этих изменений равна и противоположна по знаку изменению энергии dW .

7. Биологическая форма энергии и спекуляции вокруг нее.

К формам энергии, естественно, относятся формы энергии любого вида излучения, в том числе, и так называемая *биоэнергия*. Ей в средствах массовой информации придают какое-то мистическое значение, хотя последнее можно отнести только к желанию неграмотных в физике журналистов придать своим статьям привлекательность и характер сенсации.

Дилетанты в области естественных наук авторитетно рассуждают о хорошей и плохой энергии, о положительной и отрицательной энергии, об энергетике души и об энергетике космоса. При этом они не утруждают себя тем, чтобы точно определить, что они понимают под словами “энергия” и “энергетика”. Автор тщетно пытается найти в многочисленных публикациях на тему “энергетики человека” четкое определение этого понятия, пока ему это не удастся.

В БСЭ имеется определение биоэнергетики, но там недвусмысленно указывается на то, что *“все исследования в области биоэнергетики основываются на единственно научной точке зрения, согласно которой к явлениям жизни полностью применимы законы физики и химии, а к превращениям энергии в организме — основные начала термодинамики”*. Ничего похожего в публикациях об энергетике человека не имеется.

Говорить об энергии в том смысле, хорошая она или плохая, это значит присваивать энергии свойства, в природе отсутствующие. Энергия – это мера движения, говорить о хорошем или плохом движении бессмысленно. Короче говоря, журналисты и разные экстрасенсы играют с термином, который им непонятен. Такое положение оказалось возможным по разным причинам.

Во-первых, энергия связана с человеческой деятельностью, а в таком смысле это слово хорошо знакомо всем людям, и поэтому хорошо воспринимается в средствах массовой информации. Во-вторых, в других областях науки (не в физике) понятие “энергия” пытаются трактовать иначе, чем в физике. Различное понимание одного и того же термина – явление не такое уж и редкое. Потому-то и следует определять тот или иной термин, прежде чем им пользоваться.

В-третьих, жизнь живых существ действительно связана с энергией, особенно с энергией излучения, которое исходит от любых живых существ и в них же извне и входит. На людей влияют энергия магнитного поля Земли, Солнца и других небесных тел, энергия техногенного происхождения и т.д. Но это область биофизики, а не эзотерики. Последняя не дает определения понятию “энергия”, говоря вместо этого о каких-то неопределенных “силах природы”, “карме”, “ауре” и проч.

Воздействие внешнего излучения на человека зависит не только от энергии, но и от частоты излучения. А это еще важнее, так как восприятие излучения носит, как правило, резонансный характер. Энергия воспринимаемого человеком внешнего излучения обычно настолько мала, что она чаще всего пока не фиксируется современными измерительными

средствами из-за их относительного высокого порога чувствительности. Но в любом случае энергия излучения остается характеристикой излучения именно в физическом смысле этого слова, а не в каком-нибудь ином.

Конечно, одни излучения влияют на самочувствие человека положительно, другие – отрицательно. Одно и то же излучение на разных людей может влиять по-разному. Для этого и существуют научные методы исследования, в том числе, и биоэнергетические, ничего общего с магией, колдовством и мистикой не имеющие. Никто не собирается отрицать мудрость древней восточной медицины, но ее достижениям следует давать естественно-научное объяснение, а не пользоваться словесной эквилибристикой.

Литература

1. Бондаренко О.Я., Кадыров С.К., 2000, Сравнительная характеристика некоторых положений традиционной физики и альтернативной физики. Сб. “Другая физика”, - <http://www.newphysics.h1.ru>
2. Вейник А.И. Термодинамика. 3-е изд. Минск, "Высшая школа", 464 с.
3. Коган И.Ш., 1998, О возможном принципе систематизации физических величин. – “Законодательная и прикладная метрология”, 5, с.с. 30-43.
4. Коган И.Ш., 2006, Обобщение и систематизация физических величин и понятий. – Хайфа, 207 с.
5. Коган И.Ш., 2007, Систематизация и классификация определений и дополнений к понятию “энергия” – <http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/8784.html>
6. Коган И.Ш., 2009, Систематизация и классификация определений и дополнений к понятию “энергия”. – “Автоматизация и ИТ в энергетике”, 2-3, с.с. 56-63.
7. Савельев И.В., 2005, Курс общей физики (в 5 книгах). – М.: АСТ: Астрель
8. Чертов А.Г., 1990, Физические величины. – М.: Высшая школа, 336 с.
9. Эткин В.А., 2008, Энергодинамика (синтез теорий переноса и преобразования энергии). – СПб.: Наука, 409 с. .
10. Яворский Б.М., Детлаф А.А., 1990, Справочник по физике. 3-е изд. М.:Наука,Физматгиз, 624 с.
11. Pirnat P., 2005, Physical Analogies. – <http://www.ticalc.org/cgi-bin/zipview?89/basic/science/physanal.zip;physanal.txt>