

УДК 536.1

UDC 536.1

01.00.00 Физико-математические науки

Physics and mathematical sciences

**ТЕПЛО, ТЕПЛОТА И ВНУТРЕННЯЯ ЭНЕРГИЯ ТЕЛА****WARM, WARMTH AND INTERNAL ENERGY OF A BODY**

Александров Борис Леонтьевич

д.г.-м.н., профессор

[alex2e@yandex.ru](mailto:alex2e@yandex.ru)*Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия*

Alexandrov Boris Leontievich

Dr.Sci.Geol.-Min., professor

[alex2e@yandex.ru](mailto:alex2e@yandex.ru)

Обсуждается вопрос понятия теплоты и внутренней энергией тела. Дается анализ этих понятий в историческом аспекте и представления автора, основанные на новой фотонной теории строения атома. Анализ исторического аспекта этого вопроса показывает, что понятия тепла, теплоты и внутренней энергии тела долгое время ассоциировалось с понятием теплорода, который может перетекать в веществе. Следующим этапом отождествления понятия теплоты явилась энергия, связанная с движением и работой. В соответствии с этим, Клаузиус обосновал эквивалентность тепла и работы как первое начало теории тепла и ввел понятие внутренней энергии, которую можно увеличить двумя путями - производя над телом работу и подводя к нему тепло. Таким образом, энергия явилась главным объединяющим фактором работы и теплоты. Далее кинетическая теория тепла, как энергия движения молекул, была развита Максвеллом и модель теплорода оказалась помехой в развитии теории тепла. Фактически внутреннюю энергию тела определяют фотоны, вращающиеся вокруг заряженных частиц в атомах по своим орбиталам. Определенные серии фотонов объединяются в отдельные фотонные орбитали, направления вращения фотонов в которых отличаются друг от друга. Таким образом, тело обладает внутренней энергией или внутренней теплотой. Она обусловлена энергией фотонов, вращающихся вокруг электронов на внешней оболочке каждого атома, а также вокруг заряженных частиц – протонов и электронов в ядре атома. Эта внутренняя энергия может увеличиваться при механическом воздействии на тело, приводящее к увеличению результирующей частоты колебаний фотонов вокруг заряженных частиц атомов и эта внутренняя теплота, содержащаяся в теле, может перетекать от тела с большей концентрацией теплоты к телу с меньшей концентрацией теплоты

The article discusses the question of the concepts of heat and internal energy of a body. The analysis of these concepts in the historical aspect and the views of the author, based on the new photon theory of atomic structure were presented in this study. The analysis of the historical aspect of this question tells that the concepts of heat and internal energy of the body for a long time were associated with the concept of caloric, which can flow in the substance. The next step was the identification of the concept of heat with energy linked with the movement and work. In accordance with this, Clausius proved the equivalence of heat and work as the first principle of the theory of heat and introduced the concept of internal energy, which can be increased in two ways - making work on body, and summing heat to it. Thus, energy was the main uniting factor of work and heat. Then, the kinetic theory of heat, as the energy of motion of molecules, was developed by Maxwell and caloric model turned out to be a hindrance in the development of the theory of heat. In fact, the internal energy of the body is determined photons, rotating around charged particles in atoms in their orbitals. The series of photons are combined into a single photon orbital direction of rotation of the photons, which are different from each other. Thus, the body has an internal energy or internal heat. It is due to the energy of photons, orbiting electrons in the outer shell of each atom, as well as around the charged particles - electrons and protons in the nucleus of an atom. This internal energy may be increased by mechanical action on the body, leading to an increase in resulting oscillation frequency of photons around charged particles of atoms and the internal heat contained in the body can flow of the body with a higher concentration of heat to the body with a lower concentration of heat

Ключевые слова: ТЕПЛОТА, РАБОТА, ЭНЕРГИЯ, ФОТОН

Keywords: HEAT, WORK, ENERGY, PHOTON

## Введение

Теория тепла возникла не сразу. Очень долго не могли понять что такое тепло, теплота и какая разница между температурой и теплом. Понятие «тепло», «теплота» и «температура» разделить было очень трудно. И в настоящее время этим понятиям нет ясного определения. Так, в соответствии со словарем русского языка С.И. Ожегова [3], «тепло»- это «нагретое состояние чего-нибудь», а «теплота» означает «теплый» или это «форма движения материи – энергия, образуемая беспорядочным движением частиц тела (молекул, атомов и т.п.)» Поэтому всем вроде бы ясно, что когда нагревают тело, температура его повышается. Когда тепло перетекает от одного тела к другому, температура одного тела падает, а другого - повышается. Тепло во многих случаях ведет себя, как ручей, текущий с горы в долину. Поэтому многие ученые прошлого времени думали, что теплота - это вещество. Они считали ее жидкостью (флюидом), которая может перетекать от одного тела к другому. Этот флюид получил название теплорода. Аналогия между теплом и жидкостью стала еще более убедительной после открытия электрических явлений: электрический ток также течет по проводам, как река, выравнивая потенциал между двумя заряженными телами. Модель теплорода объясняла очень многое и завоевала широкое признание в последней четверти XVIII века. Теплород, казалось, хорошо объяснял свойства тепла. Теория теплового двигателя, построенного Карно, была основана на модели теплорода. Тот факт, что большинство веществ расширяется при нагревании и сжимается при охлаждении, казалось, подтверждал материальную теорию теплоты, потому что теплород занимает место.

Смущало только то обстоятельство, что имеется несколько веществ, которые при нагревании сжимаются, а при охлаждении расширяются. Кроме того, если теплота есть вещество, то в горячем состоянии тело должно весить больше, чем в холодном. Опыт, однако, показывал, что это не так. Таким

образом, модель теплорода не выдерживала испытаний, когда дело касалось закона сохранения. Рассуждали так: если бы тепло было какой-то жидкостью, то она, протекая, сохранялась бы, ее количество не должно было изменяться. Сколько тепла забрали от нагревателя, столько должен получить и холодильник.

На первый взгляд так оно и есть: охлаждается чайник, нагревается воздух. Но часто бывает совсем не так.

### **Исторический обзор изменения представлений о теплоте и энергии**

Первым, кто обратил на это внимание, был Бенджамен Томсон (граф Румфорд). Наблюдая за сверлением пушечных стволов, он заметил выделение большого количества тепла, - особенно, если сверла были тупые. Это заставило его задуматься, что могло быть источником теплоты. Согласно теории теплорода, теплота могла появиться или из металла, или из окружающего пространства. Но, ни то, ни другое, по мнению Румфорда, не являлось источником теплоты. Чтобы проверить теорию, Румфорд взвесил заготовку ствола до сверления и потом взвесил ствол и стружки после сверления. Оба взвешивания дали одинаковый результат. Единственное решение могло бы состоять в том, что в стружках содержится меньше теплорода, чем в сплошной отливке, и избыток его выделяется при сверлении. Но тогда стружку было бы легче нагреть, чем сплошной металл, у стружек должна была быть меньше теплоемкость, чем у сплошного металла. Но это также не подтвердилось опытом. Он применил для охлаждения ствола воду, но все равно ствол при сверлении нагревался.

Полученные результаты убедили Румфорда, что теплород, если он действительно существует, не мог прийти ни из металла, ни из окружающего пространства. Все это никак не укладывалось в простую модель перетекающего с места на место теплорода.

Так как никаких других возможных источников теплоты не было, Румфорд заключил, что теплота получалась как результат работы сверления. Другими словами, он пришел к выводу, что теплота - энергия. Как описано в [8], для дальнейшей проверки гипотезы Румфорда, что теплота - это энергия, современник Румфорда Хемфри Дэви (1778-1829) придумал очень простой решающий опыт. Опыт состоял в трении двух кусков льда друг о друга при температуре ниже температуры плавления этих кусков льда. Оказалось, что при этом лед плавился, и отсюда неизбежно вытекало заключение, что теплота, которая расплавляла лед, получалась из работы на преодоление трения кусков льда. Таким образом, чаша весов склонялась к тому, чтобы связать природу теплоты с движением.

Понятие о величине, характеризующей движение и имеющей по современной терминологии размерность «энергии», впервые появилось в механике. Основоположниками здесь являются Галилей (1564-1642), Гюйгенс (1629-1695) и Ньютон (1642-1727). Согласно этим авторам при падении тела массой  $m$  с высоты  $h$  и ускорении силы тяжести  $g$  убыль потенциальной энергии тела (его гравитационной энергии)  $\Delta(mgh)$  равна приращению его кинетической энергии  $\frac{mv^2}{2}$ .

Сформулированный здесь закон сохранения энергии до середины XIX века казался частным случаем, реализующимся в «чистой механике» в отсутствии трения. Да и самого понятия «энергия» не было до начала XIX века, когда оно было введено в механику Юнгом. Р.Клаузиусу (1864) приписывают идею окончательного введения этого термина в физику.

Так что же такое энергия? Ее нельзя увидеть, потрогать или понюхать как какое-нибудь вещество. Она представляет для нас более абстрактное понятие. Поэтому следует попытаться проанализировать

существующие определения энергии и рассмотреть это понятие с общих позиций, прежде чем углубляться в дальнейшее обсуждение.

Энергия (от греческого *energeia* - действие, деятельность) - общая количественная мера движения и взаимодействия всех видов материи [6]. Энергия не возникает из ничего и не исчезает, она может только переходить из одной формы в другую. Энергия связывает воедино все явления природы.

Ранее часто вместо энергии говорили «сила», приписывая один и тот же термин величинам разной размерности. Даже Гельмгольц (1874) статью, посвященную закону сохранения энергии, озаглавил «О сохранении силы». Между тем по Ньютону сила - это причина, вызывающая движение, которая, совершая на известном пути работу, сообщает телу энергию. Таким образом, с понятием энергии неразрывно связано другое понятие той же размерности - «работа».

Работа ( $A$ ), совершаемая системой, обусловлена взаимодействием между системой и внешней средой, в результате которого преодолеваются внешние силы, нарушившие равновесие в системе. Работа определяется суммой произведений действующих на систему сил на соответствующий путь (давление, изменение объема, поверхностного натяжения, изменение поверхности и т.д.)

Таким образом, работа процесса - это энергия, передаваемая одним телом другому при их взаимодействии, не зависящая от температуры этих тел и не связанная с переносом вещества от одного тела к другому [2].

Наиболее затруднительным явилось установление общего закона сохранения энергии, включая действия диссипативных сил, приводящих к рассеянию работы и превращению ее в теплоту.

Р.Клаузиус (1850) первый заговорил об эквиваленте тепла и работы как о первом начале теории тепла и написал уравнение, которого не хватало Карно. Для этого надо было, прежде всего, сказать простую вещь:

всякое тело имеет внутреннюю энергию. Принято считать [6], что внутренняя энергия равна сумме кинетической энергии хаотического движения молекул относительно центра масс тел и потенциальной энергии взаимодействия молекул друг с другом. Внутреннюю энергию можно увеличить двумя путями - производя над телом работу ( $\Delta A$ ) и подводя к нему тепло ( $\Delta Q$ ).

Смысл этого глубокого утверждения заключен в союзе «и» и описывается простой формулой

$$\Delta U = \Delta Q + \Delta A \quad (1)$$

Очень важно понимать, что по конечному состоянию системы нельзя никаким образом обнаружить, за счет чего система увеличила свою энергию: за счет тепла или за счет работы. Сам Р.Клаузиус называл  $U$  - «теплом, содержащимся в теле», противопоставляя ему  $Q$  - «тепло, сообщенное телу». В этом отличии кроется глубокий смысл. Сейчас  $U$  называют внутренней энергией (или просто энергией), а  $\Delta U$  есть ее приращение.

Таким образом, единственный элемент - энергия - связывает воедино чрезвычайно широкое многообразие явлений, а закон сохранения этого «элемента» не знает исключений ни в макро-, ни в микромире. Энергия, по Ф.Энгельсу, есть мера движения при переходе одной формы движения в другую [9]. Это определение философа дополняет определение физика М.Планка: «Энергия материальной системы в определенном состоянии, взятая по отношению к другому определенному «нулевому» состоянию, имеет однозначное значение» [4]. На основании этого можно говорить о запасе или о «содержании» энергии в системе. Энергия системы однозначно зависит от параметров, характеризующих состояние системы. В случае непрерывной среды или поля вводятся понятия плотности энергии, т.е. энергии в единице объема, и плотности потока энергии, равной произведению плотности энергии на скорость ее перемещения.

А.Эйнштейн показал, что энергия тела ( $E$ ) неразрывно связана с его массой  $m$  соотношением

$$E = mc^2, \quad (2)$$

где  $c$  – скорость света.

Любое тело обладает энергией. Если масса покоящегося тела  $m_0$ , то его энергия покоя  $E_0 = m_0c^2$ ; эта энергия может переходить в другие виды энергии при превращениях частиц (распадах, ядерных реакциях и так далее). Ю.Г.Белостоцкий [7, стр.15] высказал предположение, что при ускорении материального тела происходит увеличение его собственного гравиполя, причем запас кинетической энергии содержится в гравитационном поле движущегося тела. Это, по его мнению, позволяет определить энергию как процесс превращения вещества в поле. Поэтому формула  $E = mc^2$  характеризует зависимость количества энергии тела от количества превращенного вещества в поле, причем  $m$  в этой формуле является полевой массой.

Рассматривая идеальные газы на базе эфирной природы теплоты С.Д.Брусин и Л.Д.Брусин [7, стр.24] отмечают, что количество тепловой энергии  $Q$  характеризуется массой эфира « $m$ » и определяется простым соотношением  $Q = mc^2$  (где  $c$  - скорость света). Газы представляются состоящими из частичек, сгруппированных в молекулы, и эфира, находящегося как между частичками молекул (молекулярная область), так и между молекулами (межмолекулярная область).

Согласно классической физике энергия любой системы меняется непрерывно и может принимать любые значения. Квантовая теория утверждает, что энергия микрочастиц, движение которых происходит в ограниченном объеме пространства (например, электронов в атоме), принимает дискретный ряд значений. Так, атомы испускают

электромагнитную энергию в виде дискретных порций - световых квантов или фотонов.

Опыт, накопленный при наблюдении множества различных процессов, свидетельствует о том, что хотя энергия может передаваться от одного тела к другому, а также переходить из одной формы в другую, она никогда не создается из ничего и не исчезает.

Подобные наблюдения, подтвержденные количественными измерениями теплоты и работы, лежат в основе первого закона термодинамики.

Ситуация с энергией во многом напоминает ситуацию с веществом - при любом приращении энергии некоторая часть ее всегда превращается в теплоту, которая рассеивается в окружающую среду и, следовательно, не может быть использована для выполнения работы. Так, на практике большая часть энергии, запасенной в угле или бензине, превращается в теплоту. Таким образом, энергия - это способность к выполнению работы, переносу тепла, а работа и теплота являются количественными характеристиками двух форм обмена энергией между системой и окружающей средой, причем работа является макрофизической формой передачи энергии, а теплота микрофизической. Эти превращения, согласно Майеру, осуществляются в определенных эквивалентах соотношениях. Однако, согласно второму закону термодинамики эти формы не равноценны и если в каком-то процессе работа превращается в теплоту (например, посредством трения), то такое превращение ничем не ограничено, обратное же превращение теплоты в работу ограничено определенными условиями. В этом и заключается главная «хитрость» природы, путь к пониманию которой оказался столь трудным и долгим [8]. Была еще одна трудность, которую встретила модель теплорода. Если теплород - это род жидкости, которая совершает работу при перетекании от более высокого уровня (от более высокой температуры) к более



низкому, то нельзя было понять, что происходит в неоднородно нагретом теле в процессе выравнивания температуры. Куда девается работа, которая должна возникнуть при перетекании теплорода.

Но даже если не обращать внимания на «пропажу» работы, такая картина не смогла объяснить, как передается тепло через вакуум - например, от Солнца к Земле. Говорили о колебаниях эфира, но получить из таких представлений сколько-нибудь убедительную теорию было нельзя. Теория теплорода явно терпела одну неудачу за другой. Согласившись, что теплота есть энергия, естественно было задать вопрос: на что идет эта энергия? Известно, что потенциальная энергия есть энергия положения, а кинетическая - энергия движения. Может ли теплота быть одним из этих видов энергии или быть может, и тем и другим сразу? Мы уже знаем, что вещество построено из молекул, и что если газ или жидкость нагревается, то броуновское движение, как показывают наблюдения, становится более оживленным. Это указывает на усиление движения молекул. Такие наблюдения возможны только в жидкостях и газах, но легко согласиться, что при нагревании, увеличиваются колебания молекул и в твердых телах. Таким образом, экспериментальные наблюдения в сочетании с логическими заключениями привели к выводу, что теплота есть кинетическая энергия молекулярного движения. О том, что теплота связана с движением, говорили многие естествоиспытатели. Писал об этом Декарт. Галилей был одним из первых, кто писал о механической природе тепла. Даниил Бернулли пытался вывести формулу для давления газа. Гук очень ясно говорил о связи между теплотой и движением - колебаниями частиц в нагретом теле. Подобные идеи высказывали Ломоносов, многие философы. Но они не могли превратить эти высказывания в физическую теорию, которую можно проверить на опыте.

Количественная связь энергии с теплотой была установлена в опыте Джеймса Джоуля (1873). Джоуль показал, что, размешивая мешалкой жидкость и нагревая ее таким образом, надо тратить 460 кгс·м (килограмм-сила на метр) работы на каждую большую калорию, полученную жидкостью. Несколько раньше Джоуля эту же величину, но с меньшей точностью (365 кгс·м/ккал) вычислил Роберт Майер, используя результаты опытов Гей-Люссака по расширению газов в пустоту.

Дальше всех продвинулся Максвелл. Принято считать, что кинетическая теория тепла, созданная Максвеллом, позволила понять тепловые явления на основе классической механики. В работе Максвелла появилась формула для распределения движущихся частиц по скоростям: формула позволила вычислить постоянные, характеризующие свойства тел, - такие, как теплопроводность и вязкость газа, и установить их зависимость от температуры. Максвелл положил начало статистической физики или кинетической теории газов. Но как отмечает Я.А.Сморodinский [5], у Максвелла был предшественник - Ватерсон, первую формулу новой теории тепла которого мало кто заметил. Как описано в [5], в 1845г. в английскую академию наук (Королевское общество) была представлена работа Ватерсона. В ней было показано, что давление газа на стенки сосуда можно объяснить ударами атомов. Хотя сама идея о том, что газ состоит из атомов, была не нова, мало кто принимал всерьез утверждение, что атомы могут свободно двигаться в сосуде от стенки к стенке, а упругие свойства газа можно свести просто к классической механике атомов.

Работа Ватерсона не понравилась членам ученого общества и рецензентом королевского общества была отклонена. Лишь много лет спустя в 1892г. Рэлей нашел ее в архиве и опубликовал в журнале «философские сообщения Королевского общества». То, что было сделано одним человеком и осталось незамеченным, было открыто впоследствии

лишь в результате работы нескольких ученых, а окончательная формула была написана Максвеллом только в 1859г. Теперь модель не уничтожающейся жидкости - теплорода стала помехой для дальнейшего развития теории тепла и быстро сошла со сцены.

Как видим, происходили удивительные вещи, из вроде бы наивных представлений о теплороде были выведены правильные результаты и разработана гениальная теория тепла Карно. Понятие об атомах, молекулах долго казалось не нужным для теории тепла, но в окончательном результате стало приоритетным. А как же связана теплота и температура с потенциальной энергией молекул тела? Для ответа на этот вопрос Л.Эллиот и У.Уилкоккс [8] рассматривают опыты плавления льда и кипения воды. Известно, что для плавления льда надо подвести тепло и при этом во время процесса плавления температура не будет изменяться. Точно так же требуется теплота для того, чтобы воду превратить в пар, и при этом опять температура во время кипения не изменяется. Сегодня общепризнанно, что температура тела есть мера средней кинетической энергии его молекул или температура есть мера нагретости тела. Так как поглощенная теплота при плавлении и кипении не вызывает никакого повышения температуры, а следовательно, и усиления молекулярного движения, то она не должна изменять кинетическую энергию молекул. Такую теплоту называют скрытой. Так как теплота есть энергия, а энергия не может быть уничтожена (в соответствии с законом сохранения энергии), то делается [8] вывод, что поглощенная теплота должна привести к изменению только потенциальной энергии молекул.

С этим выводом трудно согласится, так как молекула воды, перейдя из жидкого состояния в газообразное при  $t = \text{const} = 100^\circ\text{C}$ , безусловно имеет более высокую кинетическую энергию. Но так как система не выявляет себя нагревом, а кинетическая энергия молекул системы, как принято и сегодня, растет только с увеличением температуры, то и

делается неверный вывод, что полученное системой тепло затрачивается только на изменение потенциальной энергии. Более того, как можно интерпретировать работу расширения воды при ее охлаждении от  $+4^{\circ}\text{C}$  до  $0^{\circ}\text{C}$  в жидком состоянии? При охлаждении выделяется теплота и одновременно совершается работа расширения можно считать за счет убыли внутренней энергии в соответствии с формулой (1).

Однако при кристаллизации температура не изменяется, т.е. внутренняя энергия должна оставаться постоянной, но происходит увеличение объема, т.е. совершается работа расширения. За счет чего же совершается работа расширения, если одновременно с этим при кристаллизации выделяется теплота кристаллизации? Ответа на этот вопрос в научной литературе нет.

### **Современное представление сущности теплоты и внутренней энергии**

По нашим представлениям [1], это возможно лишь в том случае, если принять, что внутреннюю энергию в любом теле определяют фотоны, вращающиеся вокруг заряженных частиц в атомах по своим орбитам, причем энергия ( $\varepsilon$ ) каждого фотона, в соответствии с формулой Планка ( $\varepsilon=h\nu$ ), пропорциональна его частоте  $\nu$  (где  $h$  – постоянная Планка). Определенные серии фотонов объединяются в отдельные фотонные орбитали, направления вращения фотонов в которых отличаются друг от друга. Химическое взаимодействие атомов происходит не просто через валентные электроны атомов, а с учетом внешних фотонных орбиталей вокруг этих электронов. Когда излучаются фотоны внешних орбиталей, то происходит перестройка кристаллической решетки атомов и в целом молекул, например воды, между собой за счет контакта их следующими фотонными орбиталями, направления вращения которых вокруг электронов иное.

Таким образом, тело обладает внутренней энергией или внутренней теплотой. Она обусловлена энергией фотонов, вращающихся вокруг электронов на внешней оболочке каждого атома тела, а также вокруг заряженных частиц – протонов и электронов в ядре атома. Эта внутренняя энергия тела может увеличиваться при механическом воздействии на тело, приводящее к увеличению результирующей частоты колебаний фотонов вокруг заряженных частиц атомов вещества и эта внутренняя теплота, содержащаяся в теле, может перетекать от тела с большей концентрацией теплоты к телу с меньшей концентрацией теплоты или при наличии перепада температур с окружающей средой путем теплового электромагнитного излучения за счет внешних фотонных орбиталей электронов атомов или при ядерных процессах за счет излучения фотонов гамма-квантов, вращающихся вокруг нуклонов в ядрах.

### **Выводы**

1. Энергию любого тела можно подразделить на механическую энергию, включая кинетические энергии поступательного и вращательного движений и потенциальную энергию тела относительно поверхности Земли, и внутреннюю энергию тела или внутреннюю теплоту. Последняя обусловлена энергией фотонов, вращающихся вокруг электронов на внешней оболочке атома, а также вокруг заряженных частиц – протонов и электронов в ядре атома. Внутренняя энергия тела может увеличиваться не только за счет дополнительного поглощения фотонов, но и при механическом воздействии на тело, приводящее к увеличению результирующей частоты колебаний фотонов вокруг заряженных частиц атомов вещества. Таким образом, теплота – это сконцентрированная энергия фотонов, обусловленная как собственной частотой этих фотонов, так и дополнительной частотой за счет механической работы. Последняя приводит к повышению результирующей частоты колебания фотонов и, следовательно, их энергии. Без наличия

фотонов в веществе механически невозможно повысить количества теплоты в нем.

2. Роль теплорода в веществе выполняют фотоны, вращающиеся вокруг заряженных частиц в атомах. При наличии перепада концентрации фотонов вокруг внешних валентных электронов, происходит их перераспределение в область более низкой концентрации, т.е. внутренняя энергия тела может перетекать от тела с большей концентрацией теплоты к телу с меньшей концентрацией теплоты.

### Литература

1. Александров Б.Л. Роль фотонов в физических и химических явлениях// Б.Л. Александров, М.Б. Родченко, А.Б. Александров. – Краснодар, ГУП «Печатный двор Кубани», 2002– 543 с.
2. Каркапетьянц М.Х. Химическая термодинамика. Изд. 3-е переработанное и дополненное// М.Х. Каркапетьянц,– М.: «Химия», 1975– 584 с.
3. Ожегов С.И. Словарь русского языка. Издание 17-е, стереотипное // С.И. Ожегов.– М.: «Русский язык», 1985 – 797 с.
4. Планк М. Принцип сохранения энергии // М. Планк.– М. – Л.: ГОНТИ, 1938.
5. Смородинский Я.А. Температура. Библиотека квант // Я.А. Смородинский. – М.: «Наука», 1981 –160 с.
6. Физический энциклопедический словарь. Главный редактор А.М. Прохоров, М.:, «Советская энциклопедия» 1984.
7. Фундаментальные проблемы естествознания. Международный научный конгресс. 22-27 июня 1998г., Санкт-Петербург, Россия.
8. Эллиот Л. Физика. Перевод с английского под редакцией проф. А.И.Китайгородского // Л. Эллиот, У. Уилкоккс.– Издание третье. М.: «Наука», 1975– 736 с.
9. Энгельс Ф. Диалектика природы М., «Политиздат» 1965.

### References

1. Aleksandrov B.L. Rol' fotonov v fizicheskikh i himicheskikh javlenijah// B.L. Aleksandrov, M.B. Rodchenko, A.B. Aleksandrov. – Krasnodar, GUP «Pечатnyj dvor Kubani», 2002– 543 s.
2. Karkapet'janc M.H. Himicheskaja termodinamika. Izd. 3-e pererabotannoe i dopolnennoe// M.H. Karkapet'janc,– M.: «Himija», 1975– 584 s.
3. Ozhegov S.I. Slovar' russkogo jazyka. Izdanie 17-e, stereotipnoe // S.I. Ozhegov.– M.: «Russkij jazyk», 1985 – 797 s.
4. Plank M. Princip sohraneniya jenergii // M. Plank.– M. – L.: GONTI, 1938.
5. Smorodinskij Ja.A. Temperatura. Biblioteka kvant // Ja.A. Smorodinskij. – M.: «Nauka», 1981 –160 s.
6. Fizicheskij jenciklopedicheskij slovar'. Glavnyj redaktor A.M. Prohorov, M.:, «Sovetskaja jenciklopedija» 1984.

7. Fundamental'nye problemy estestvoznanija. Mezhdunarodnyj nauchnyj kongress. 22-27 ijunja 1998g., Sankt-Peterburg, Rossija.

8. Jelliot L. Fizika. Perevod s anglijskogo pod redakciej prof. A.I. Kitajgorodskogo // L. Jelliot, U. Uilkoks. – Izdanie tret'e. M.: «Nauka», 1975–736 s.

9. Jengel's F. Dialektika prirody M., «Politizdat» 1965.