

ТЫСЯНТЕЛИ ОТЕЧЕСТВА



ПОДОЛИНСКИЙ
Сергей
Андреевич



Образ С. А. Подольского работы художника А. Г. Литвицкого.



ТРУД ЧЕЛОВЕКА И ЕГО ОТНОШЕНИЕ К РАСПРЕДЕЛЕНИЮ ЭНЕРГИИ

«Труд человека и его отношение к распределению энергии» — важнейшее произведение незаслуженно забытого, а точнее сказать, долгое время сознательно замалчиваемого отечественного мыслителя С. А. Подолинского (1850—1891) — экономиста-естественника, бесстрашного «научного новатора», идейного предшественника В. И. Вернадского. Монография, впервые опубликованная в 1880 году в журнале «Слово», указала на недостаточность второго закона термодинамики; заложила основы новой, совершенно оригинальной теории труда как экономической и нравственной категории, рассматриваемой с позиции естествознания; включает в себя анализ взаимосвязи процесса труда с развитием общества, а также

естественнонаучное определение самого понятия «труд». Идеи Подолинского получили подтверждение и дальнейшее развитие в учении о ноосфере.

Является первым после 1880 года изданием на русском языке.

Для философов,

историков,

экономистов,

всех читателей,

интересующихся отечественным научным и культурным наследием.

От издателя

П. Г. Кузнецов. «Его действительное открытие...»

Труд человека и его отношение к распределению энергии

Глава I. *Что такое энергия? Ее сохранение и рассеяние*

Глава II. *Превратимая энергия на Земле*

Глава III. *Сбережение энергии*

Глава IV. *Появление организмов. Значение растений в
распределении энергии*

Глава V. *Значение животных и человека в распределении энергии.
Понятие о труде*

Глава VI. *Происхождение способности к работе в организме
человека*

Глава VII. *Человек как термическая машина*

Глава VIII. *Труд как средство для удовлетворения потребностей*

Глава IX. *Различные роды труда и их отношение к распределению
энергии*

Глава X. *Труд, направленный на производство механической
работы*

Глава XI. *Расхищение и накопление энергии*

Глава XII. *Общие выводы*

Глава I

ЧТО ТАКОЕ ЭНЕРГИЯ? ЕЕ СОХРАНЕНИЕ И РАССЕЯНИЕ

Труд человека и тех животных, к действиям которых приложимо понятие о труде, есть один из многочисленных видов проявления общей мировой энергии.

Как ни разнообразны и сбивчивы в настоящее время понятия о труде, мы надеемся, что в таком общем виде наше определение не встретит возражений.

Целью нашей будет попытка, выходя из этого общего положения, выяснить значение условий, сопровождающих происхождение труда, представить главные проявления его в жизни организмов и указать на последствия потребления труда, то есть на последствия воздействия трудящихся людей и животных на окружающую природу.

Настоящая статья есть не более как введение к такой работе, и потому вопросы эти затрагиваются в ней только самым общим образом.

Для более удобного понимания нам необходимо начать с краткого очерка учения об энергии, о родах ее, их взаимных превращениях и о мировом рассеянии энергии. Под словом «энергия¹» какой-либо системы тел нынешняя наука понимает сумму способностей тел этой системы к каким бы то ни было действиям. **«Полная энергия системы тел есть величина неизменная для всех состояний, в которые эта система может быть последовательно приведена взаимными действиями различных ее точек».** **«Полная энергия какой-либо конечной системы есть величина конечная»².**

Так как все действия тел обуславливаются которою-либо из физических сил, то, следовательно, энергия и представляет собой сумму всех физических сил, заключающихся в данной системе тел. Обыкновенно принимают существование семи различных физических сил: теплоты, света, электричества, магнетизма, химического сродства, частичных сил и всемирного тяготения³. Сумма этих семи сил, заключающихся в какой-либо уединенной системе тел, то есть такой системе, которая не подвергается никаким внешним влияниям, равна энергии этой системы и представляет собой величину абсолютно неизменную.

¹ Энергия — скалярная физическая величина, являющаяся единой мерой различных форм движения материи и мерой перехода движения материи из одних форм в другие. Часто можно встретить упрощённое определение энергии как способности тела совершать работу, удобное в механике.

² См. VERDET. THEORIE MECANIQUE DE LA CHALEUR. T. I, p. 4—16.

³ Секки. Единство сил, стр. XXX

Примером такой уединенной системы может служить вселенная, количество энергии которой есть величина вечно неизменная. Закон сохранения энергии, в сущности, есть не более как недавнее обобщение давно известного закона механики, начало которому положено еще **Гюйгенсомⁱ** в его предположении, что общий центр тяжести группы тел, колеблющихся под влиянием тяготения около горизонтальной оси, **может подняться до своей первоначальной высоты, но не выше ее⁴**. Это положение, принятое в начале за аксиому, стало впоследствии зародышем той общей идеи, из которой **Лейбницⁱⁱ** развил принцип сохранения живой силы. Еще более общий вид этому закону был придан **Лагранжемⁱⁱⁱ**, выразившим его в той форме, что сумма виртуальных (возможных) действий системы, находящейся в равновесии, равняется нулю⁵.

Закон этот, выведенный первоначально для механики, то есть для непосредственно ощущаемого человеком движения, был применен впоследствии ко всем родам энергии, как только с открытием механической теории тепла была доказана превратимость всех физических сил, всех форм энергии, одних в другие. Такое широкое обобщение было значительно облегчено тем обстоятельством, что в настоящее время все физические силы уже сведены или сводятся на различные формы движения, к которым вполне приложимы законы, выработанные механикой. Теплота, свет, электричество, магнетизм, химическое сродство и частичные силы

⁴ DUHRING. KRITISCHE GESCHICHTE DER ALLGEMEINEN PRINCIPIEN DER MECHANIK, 1873, СТР. 120.

⁵ DUHRING, L. С., СТР. 318.

представляются нам теперь уже не иначе, как под видом колебательных или иных движений мельчайших частиц веществ. Одно тяготение стоит пока в стороне, так как многие принимают его еще за коренное свойство материи, способное обнаруживать свое действие на расстоянии, непосредственно, вопреки ныне известным законам механики. Но и для тяготения теперь уже существуют теории, объясняющие более или менее удовлетворительно все явления его предположением движения мельчайших частиц и непосредственными толчками их о тяготеющие тела; такова, между прочим, известная теория **Лесажа**⁶. Рано или поздно одна из подобных теорий, вероятно, будет принята, и тогда, по справедливому замечанию Тэта⁷, мы должны будем признать все роды энергии в конце концов **кинетическими**, т. е. представляющими собой движение. В различных родах энергии эти движения отличаются между собой, вероятно, только скоростями и кривыми путей, проходимыми движущимися частицами вещества. Тем не менее с практической точки зрения теперь еще выгодно поддерживать различие, существующее между общепринятыми понятиями **энергии кинетической и потенциальной**. Различие это, совершенно не существенное, если действительно все проявления энергии основаны на движении мельчайших частиц вещества, — очень важно **для нас**, потому что в тех случаях, где мы имеем кинетическую энергию, движение непосредственно доступно нашему **ощущению**, например, в текущей

⁶ LE SAGE. LUCRECE NEWTONIEN MEMOIRES DE BERLIN, 1782 и PREVOST. DEUX TRAITES DE PHYSIQUE MECANIQUE. GENEVE, 1818.

⁷ ТЭТ. О НОВЕЙШИХ УСПЕХАХ ФИЗИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ. 1877, СТР. 328.

воде, падающей лавине, работающей паровой машине, снаряде, выброшенном из орудия, в движении Луны вокруг Земли и т. д. Напротив, в потенциальной энергии движение вещества, хотя также существует, но еще не приняло формы, доступной нашему ощущению, хотя и может принять ее при известных обстоятельствах. Лавина, нависшая над обрывом, паровая машина, нагретая, но еще не работающая, заряженная пушка, пища человека, еще не превращенная в мышечное сокращение при работе,

— вот примеры потенциальной энергии.

Мы уже сказали, что сумма энергии всей вселенной есть величина абсолютно неизменная, но нельзя сказать то же о различных частях вселенной. Мы не будем входить уже теперь в рассмотрение атомистических теорий, но из самого того факта, что некоторые небесные тела передают различные виды энергии в большом количестве через мировое пространство другим небесным телам, мы вправе заключить, что эти небесные тела, **солнца**, содержат в себе сравнительно больше энергии, чем мировое пространство и те небесные тела, **планеты** и **спутники**, которые получают энергию под видом тепловых, световых, химических лучей, магнетизма и т. п. от ближайших к ним солнц. Несомненно, что такая постоянная передача энергии из мест, обладающих большим ее запасом, в другие места, где ее менее, должна через очень долгий период времени повести к повсеместному уравниванию энергии.

Но этого мало. Не следует забывать, что все колебания, которыми совершается уравнивание энергии между различными небесными телами и мировым пространством, неоднократно сопровождаются превращениями энергии одного рода в энергию другого. Свет нередко превращается в химическое

действие, которое в свою очередь часто дает свет и тепло. Но не все роды энергии одинаково легко превращаются в другие, и всякий раз, когда происходит такое превращение, в энергии появляется наклонность переходить, по крайней мере, частью, от легко видоизменяемой формы, например, движения, к форме, которая видоизменяется с большим трудом, например, теплоте.

Таким образом, энергия вселенной постоянно переходит от легко превратимых форм к более устойчивым, и, вследствие этого, возможность превращений в ней постоянно уменьшается. После долгого промежутка веков вся энергия примет форму, уже неспособную к превращениям, которая будет состоять в теплоте, равномерно распространенной по всей вселенной. В таком случае всякая жизнь и всякое осязаемое нами движение, по-видимому, должны прекратиться, так как известно, что для превращения теплоты в какую бы то ни было другую форму энергии совершенно необходимо иметь тела различной температуры ⁸. Это стремление мировой энергии к повсеместному уравниванию называется **рассеянием** энергии, или, по Клаузиусу^{iv}, **энтропией**⁹. Под **ЭНТРОПИЕЙ**^v Клаузиус понимает величину уже превращенной энергии, то есть поставленной в такие условия, что она уже не совершает обратных превращений. Такова, например, теплота, рассеянная в мировом пространстве. Отсюда становятся понятными основные положения Клаузиуса:

⁸ W. THOMSON. О ВСЕОБЩЕМ СТРЕМЛЕНИИ В ПРИРОДЕ К РАССЕЯНИЮ ЭНЕРГИИ. ЦИТИР. у ТЭТА, 1. с., СТР. 19.

⁹ CLAUSIUS. THEORIE MECANIQUE DE LA CHALEUR. 1868. Т. I, СТР. 411.

- 1) энергия вселенной постоянна;
- 2) энтропия вселенной стремится достигнуть максимума ¹⁰.

Теория рассеяния энергии, выраженная **Томсоном**^{vi} и Клаузиусом, вызвала возражения со стороны **Ранкина**¹¹, который предположил, что вселенная может со всех сторон быть окружена абсолютно пустым пространством, от вогнутой поверхности которого равномерно распространенная теплота вселенной будет сполна отражаться и затем собираться в фокусах с высшей температурой, способной произвести в успокоившейся вселенной ряд обратных превращений. На это Клаузиус возразил, доказывая, что отраженное тепло, даже собранное в фокус, никогда не может превзойти температуры своего источника¹². Таким образом, пока не явится новых возражений, закон рассеяния энергии можно считать настолько же доказанным, как и закон ее сохранения.

Понятно, что если такова судьба всей энергии, обладающей высокой температурой, то легко представить себе, что совершится и с ощутимым нами движением во вселенной. Все пространство мира наполнено веществом, хотя очень редким, но достаточным для того, чтобы в конце концов уравнивать всякое различие в движении, так же точно, как оно стремится уравнивать и всякое различие в температуре.

¹⁰ CLAUSIUS, L. C., Т. I, СТР. 420.

¹¹ RANKINE. PHILOSOPH. MAGAZ. SERIE 4. Т. IV.

¹² CLAUSIUS, 1. C., Т. I, СТР. 346.

Таким образом, мир должен превратиться в массу, равномерно нагретую и совершенно неспособную производить какую-либо ощутимую работу, так как последнее возможно только при существовании различий в температурах.

Таким образом, только в чисто механическом смысле энергия вполне сохраняется. Но эта уравновешенная энергия уже неспособна давать начало разнообразным явлениям, в том числе неспособна поддерживать жизни организмов. Они существуют не самой энергией, а ее превращениями, а в энергии, превращенной в равномерную теплоту, нет ни малейшего повода к началу каких бы то ни было процессов, в том числе и жизненных. Превращенная энергия представляется как бы негодным остатком мировой деятельности, накапливающимся из года в год все более и более. В настоящее время накопление этого остатка еще не очень заметно, но никто не может поручиться, что со временем оно не станет очень значительным и для нашего ощущения¹³.

Для того, чтобы нагляднее показать, что при полном уравновешении температуры и прочих физических сил, т. е. насыщении химического сродства и пр., не может проявляться никакого движения, — приведем следующее рассуждение **Пуассо^{vii}**, ясно показывающее, что никакая система тел, находящихся в равновесии, не может выйти из него, если всякие внешние влияния на эту систему совершенно устранены: «Животное, как бы оно ни старалось, никогда не может переместить свой центр тяжести при помощи одной своей воли, без всякой внешней точки опоры. Человек и животное могут в вертикальном направлении опускать или поднимать свой центр тяжести, опираясь на землю.

¹³ BALFOUR-STUART. CONSERVATION DE 1'ENERGIE. 1875, СТР. 157

Они могут также двигаться в горизонтальном направлении при помощи трения о ее поверхность, **но всякое передвижение станет для них невозможным, если их поместить на плоскости чрезвычайно гладкой, где сопротивление трения стало бы совершенно неощутимым**¹⁴ .

Установив эти общие положения, мы уже можем обратиться к распределению энергии на нашей планете. Уже при самом своем происхождении Земля, если применять **Канто-Лапласовскую теорию** образования небесных тел, получила сравнительно небольшой запас превратимой энергии. Близость Земли к Солнцу, небольшой объем ее и значительная плотность, именно 5,5, т. е. далеко превышающая плотность всех верхних планет и самого Солнца, ясно указывают на сравнительно позднее отделение Земли от Солнечной туманности. Тем не менее до настоящего времени Земля охладилась уже гораздо более верхних планет. Большая плотность Земли способствовала этому двояким способом.

Во-первых, она указывает на то, что Земля в значительной мере состоит из металлов, которые, как известно, обладают малой теплоемкостью.

Во-вторых, она заставляет предполагать, что Земля произошла из самых плотных, т. е. наиболее охлажденных частей Солнца.

При этом мы имеем право предположить, что вещество, из которого произошли верхние планеты, находилось в большей мере в состоянии диссоциации, чем то, из которого произошла Земля.

¹⁴ POISSON. TRAITE DE MECANIQUE. T. II, СТР. 451.

Поэтому Земля и охладилась гораздо быстрее. Из опытов **Сэн-Клэр-Девилля** мы знаем, например, что для того, чтобы довести один грамм воды до температуры **2500°**, нужно всего **1680** единиц тепла, между тем как при образовании одного грамма водяного пара из водорода и кислорода развивается **3833** единицы тепла¹⁵. Отсюда понятно, что один грамм диссоциированной воды заключает в себе **3833—1680 = 2153** единицы тепла более, чем один грамм водяного пара при **2500°**. Если, как мы имеем из вышесказанного достаточное основание предполагать, верхние планеты во время своего отделения от Солнца получили более диссоциированного вещества, чем Земля, то легко становится понятным, почему они менее охладилась, хотя отделились ранее от Солнца и получали с тех пор от него менее лучистого тепла, чем Земля. Наконец и небольшой объем Земли сам по себе очень важная причина ее быстрого охлаждения, так как понятно, что тело, имеющее сравнительно со своей массой большую поверхность, охлаждается скорее.

Тем не менее, вероятно, внутренность Земли и теперь еще состоит из расплавленного вещества. По расчету **В. Томсона**¹⁶, повышение температуры, равное на всей земной поверхности, средним числом, одному градусу на **100** футов углубления, дает возможность предполагать, что около десяти миллионов лет тому назад земная поверхность уже успела отвердеть или начала отвердевать, а по

¹⁵ HENRI SAINTE-CLAIRE-DEVILLE. COMPT. REND. D. 1'ACAD. D. SCIENC. T. LVI, СТР. 200.

¹⁶ Тэт, 1. с., стр. 153.

истечении сравнительно немногих тысяч лет после этого отвердевания кора охладилась уже настолько, что могла, по крайней мере, местами, служить обиталищем для живых существ в той форме, как мы знаем их теперь. Степень повышения температуры при опускании внутрь Земли равнялась тогда приблизительно 1° на каждые 6 или 10 дюймов, — обстоятельство, которое не могло иметь вредного влияния на жизнь растений. К тому же приблизительно времени нужно отнести начало преобладания на земной поверхности лучистой энергии Солнца над собственной энергией Земли. Последняя, по крайней мере, на поверхности Земли, которая нас более всего интересует, находилась уже на значительной степени энтропии, т. е. была довольно равномерно распределена или, что то же, рассеяна. Действительно, если мы представим себе, что Солнце потухло в то время, когда Земля покрылась корой твердого вещества, и посмотрим, какие из ныне действующих на Земле родов энергии продолжали бы свое действие, то увидим, что их осталось бы весьма немного. Единственным источником энергии оставалась бы расплавленная внутренность Земли, но и эта энергия рассеялась бы гораздо скорее, чем теперь. Тем не менее некоторые роды энергии могли бы еще на время продолжать свое действие, например магнетизм, если вместе с **Цельнером** предположить, что земной магнетизм зависит от течений расплавленного металла внутри Земли ¹⁷. Кроме того, впредь до охлаждения внутренности Земли могли бы продолжаться землетрясения, вулканические извержения и могли бы еще существовать горячие источники и небольшие атмосферные течения по

¹⁷ ZOLLNER. UEBER DEN URSPRUNG DES ERDMAGNETISMUS.

соседству с вулканами и горячими источниками. Но этим бы, вероятно, ограничились, и то на время не очень длинное, все проявления неравномерного распределения энергии на земной поверхности. Ныне действующие физические силы и явления, от них происходящие, не имели бы уже места. Даже приливы моря под влиянием Луны и потухшего Солнца, по всей вероятности, прекратились бы потому, что моря превратились бы в лед на всей своей глубине. Все метеорологические явления были бы устранены отсутствием водяного пара в атмосфере, почти совершенно покойной. На поверхности Земли химические сродства всех веществ находятся, за небольшими исключениями, в состоянии насыщения, то есть их энергия уже рассеяна. Слабая внутренняя теплота Земли, лишенной световых и химических лучей, не была бы в силах вызвать тех обратных процессов, восстановлений, которые составляют сущность растительной жизни. Почва осталась бы голой и в химическом смысле бездеятельной. Оставалось бы, может быть (мы скоро увидим, что, вероятно, тогда значительная часть кислорода воздуха находилась в соединении с углеродом), в атмосфере ненасыщенное сродство кислорода, но при низкой температуре, которая бы господствовала, оно не могло бы ни подействовать на азот, как и теперь почти не действует, ни тем более на другие, уже окисленные или вообще насыщенные тела. Наконец весьма вероятно, что при отсутствии нагревания Солнца энергия газов нашей атмосферы рассеялась бы настолько в пространстве, что они могли бы стать твердыми телами. Одним словом, если бы Солнце прекратило свое щедрое лучеиспускание, то на Земле господствовали бы темнота, холод, отсутствие всякой жизни и почти полное отсутствие всякого движения.

Но Солнце продолжает снабжать нас громадным количеством непревращенной энергии, и запас его еще очень велик. Мы думаем в дальнейшем ходе нашей работы подробнее заняться теориями строения Солнца, а здесь приведем только некоторые выводы. Один квадратный метр солнечной поверхности испускает, по Секки¹⁸ - **5 440 640** килограммометров, или **70642 лошадиных сил**, работы. Нескольких метров солнечной поверхности достаточно, чтобы привести в движение все машины земного шара. **470 квинтиллионов лошадиных сил** представляют собой общую работу Солнца. По вычислениям В. Томсона, на основании данных Кулье и Гертеля, лучистая теплота Солнца соответствует приблизительно **7000** лошадиных сил на каждый квадратный фут поверхности. Так что вся солнечная поверхность теряет ежегодно около 6×10^{30} тепловых единиц¹⁹. Одной химической энергии, доходящей от Солнца до Луны, было бы достаточно, чтобы произвести в одну минуту соединение **4,5 миллиона кубических километров** смеси хлора с водородом. Химическая энергия, распространяющаяся от Солнца во все части вселенной, должна быть в 2200 миллионов раз больше, потому что Земля, если смотреть на нее с Солнца,

¹⁸ SECCHI. LE-SOLEIL. PARIS. 1875. Т. II, СТР. 258.

¹⁹ 1 Тэт, 1. с., СТР. 144.

представляется всего под углом в **17,5** секунд²⁰. Приняв наиболее распространенную теперь теорию, объясняющую источник солнечно-то тепла его собственным сгущением, мы находим, что нужно **18267** лет для уменьшения видимого диаметра Солнца на одну секунду и **3830** лет для охлаждения его температуры на один градус, если, как того следует ожидать, большинство вещества находится на Солнце еще в химически индифферентном состоянии, то есть диссоциировано ²¹.

Мы привели эти цифры единственно с той целью, чтобы показать, что уменьшение превратимой энергии на земной поверхности идет настолько медленно, и что запас для будущего получения ее еще настолько велик, что уменьшение ее не может в сколько-нибудь близком будущем оказать неотвратно губительное влияние на жизнь человека. Но отсюда еще не следует, чтобы мы могли считать распределение превратимой энергии на земной поверхности и теперь уже наивыгоднейшим и вполне удовлетворительным для человеческой жизни.

Напротив, мы думаем, что возможность более выгодного распределения этой энергии находится, до известной степени, в руках самого человека.

²⁰ SECCHI, LE SOLEIL. Т. II, СТР. 324.

²¹ SECCHI, 1. С. Т. II, СТР. 273—277.

Глава II

ПРЕВРАТИМАЯ ЭНЕРГИЯ НА ЗЕМЛЕ

Нам следует теперь обратиться к рассмотрению тех родов превратимой энергии, которые теперь распределены на Земле:

1. На первом месте по своей величине стоит энергия вращения Земли вокруг Солнца и вокруг своей оси. Оба эти движения представляют собой формы энергии еще очень превратимой (по Томсону — очень высокого порядка), именно механического движения. Известен расчет, по которому, если бы Земля внезапно остановилась в своем вращении вокруг Солнца, развилось бы количество тепла, равняющееся количеству тепла от сожжения угольного шара, превышающего массу Земли в 14 раз. Весьма значительна также энергия вращения Земли вокруг своей оси. Оба эти движения, однако, остаются почти без непосредственного влияния на распределение энергии на земной поверхности. Относительно энергии вращения Земли вокруг оси, это, впрочем, не вполне верно, так как известно, что энергия эта частью превращается в теплоту через трение об отстающую, под влиянием приливов, от движения Земли массу

воды, температура которой от этого немного повышается, между тем как движение Земли замедляется, хотя и на ничтожную величину²². Пользуясь силой прилива для приведения в действие машин, например мельниц, мы запасаемся этой силой в период поднятия или набегания приливной волны. Мы удерживаем часть воды на известной высоте, выжидаем время отлива и затем извлекаем пользу из ее падения. Продолжая поступать таким образом в течение долгого периода и на больших протяжениях, мы нашли бы, что это может влиять на постепенное ослабление быстроты вращения Земли²³. Как на один из вообще немногочисленных примеров индустриального пользования силой прилива укажем еще на предложение **Маля**²⁴, основанное на том, что в реках, при устьях которых движение прилива сильно, не происходит засорения русла илом и валунами, потому что движением сильного отлива они уносятся далеко в море. Устья многих рек в Англии уже раскопаны с целью пользоваться работой прилива, и Маль предлагает применить эту систему и во Франции. Из этих примеров мы видим, что пока еще вращение Земли вокруг ее оси очень мало применяется как источник двигательной силы на ее поверхности.

2. Мало чем большую роль играет и **внутренняя теплота Земли**. В тех случаях, где она проявляется еще со значительной силой, т. е. во время землетрясений и извержений вулканов, деятельность ее имеет характер

²² ПЕРВАЯ МЫСЛЬ О ПОДОБНОМ ВЛИЯНИИ ПРИЛИВА ПРИНАДЛЕЖИТ КАНТУ. СМ. ЕГО THEORIE DES HIMMELS. KOENIGSBERG, 1755.

²³ Тэт, 1. с., стр. 150.

²⁴ COMPTES-RENDUS. LI, стр. 762.

слишком случайный и неправильный, чтобы служить источником энергии, могущим входить как существенная часть в стройное целое процесса превращения энергии на земной поверхности, процесса, принявшего вообще характер большой постепенности и последовательности. Вот почему землетрясения и извержения вулканов являются на земной поверхности только как элемент пертурбационный, разрушительный, неожиданный и не подчиняющийся никаким расчетам при распределении энергии, а тем более каким-либо промышленным применениям.

Если отнести земной магнетизм к проявлениям энергии, заключающейся внутри Земли, то, конечно, он представляет собой силу, которой не следует пренебрегать, так как она играет и практическую роль в мореплавании, изготовлении научных приборов и пр. Во всяком случае, однако, величина этой силы очень незначительна в сравнении с общим количеством энергии, постоянно находящейся в обмене на земной поверхности.

Горячие источники представляют собой хотя небольшое, но довольно удобно распределенное количество превратимой энергии. Теплота их может служить для некоторых технических целей, например отопления жилищ, даже приготовления пищи, и таким образом косвенно помогать сохранению превратимой энергии на земной поверхности. В свою очередь теплота горячих источников уж слишком незначительна, чтобы быть самой в состоянии, без внешней прибавки энергии, превратиться в форму механического движения. По крайней мере нам неизвестны случаи применения горячих источников как двигательной силы, хотя в незначительной мере такое применение, конечно, возможно.

3. Ненасыщенное химическое сродство, за исключением свободного сродства кислорода атмосферы, почти не существует на земной поверхности. Внутри Земли еще есть большие массы свободных металлов, серы и других веществ, обладающих достаточной химической энергией, но ее действие или вовсе не обнаруживается на земной поверхности, или уже указано в предыдущем параграфе, например, когда говорилось об извержениях вулканов, землетрясениях и пр.

4. Одна из наименее превращенных форм энергии, то есть наиболее полезных в человеческом смысле этого слова, могущих дать значительное количество механической работы при своем превращении, есть **движение воздуха**, или ветер. Но нам не трудно показать, что движение воздуха есть не более как часть солнечной энергии, подвергнутой обратному превращению. Для того, чтобы произвести живую силу ветра, нужно потратить в несколько раз большее количество энергии Солнца, значительная часть которой низводится при этом на еще менее превратимую ступень, рассеивается в пространстве. Иначе и быть не может, так как низшая энергия, теплота Солнца, по закону рассеяния энергии никогда не может вся сполна перейти в высшую энергию, движение воздуха. Но часть тепла, превращенная в движение, при этом рассеивается, потому что ветер в сущности не что иное, как последствие стремления к уравниванию температур. Правда, таким образом часть солнечной энергии превращается в очень выгодную механическую работу, но зато вся она рассеивается безвозвратно. Мы не принимаем во внимание других источников движения воздуха, кроме теплоты Солнца, так как движения, производимые ими, сравнительно чересчур незначительны.

5. Сказанное относительно двигательной силы, доставляемой ветрами, приложимо и к **силе водных течений**, и вообще к силе падающей воды. Действительно, вода, падая, например на колесо мельницы, с высоты, доставляет такой процент полезной работы, какого не дает ни паровая, ни электромагнитная машина, ни даже более выгодно устроенный организм рабочего животного или человека. Но не следует забывать, какое громадное количество солнечной энергии было потреблено на то, чтобы путем испарения поднять воду на такую высоту, падая с которой она доставляет значительную сумму полезной работы.

6. Из всего вышесказанного мы уже начинаем замечать, что, несмотря на огромное количество получаемой от Солнца энергии, поверхность Земли далеко не богата не только очень превратимыми родами энергии, как, например, механическое движение, свободное химическое сродство, но даже и простой теплотой. Свободное химическое сродство, как мы говорили, почти не встречается на земной поверхности и даже вблизи поверхности, за исключением одного рода веществ, энергию которых, однако, нельзя также назвать энергией, принадлежащей Земле. Мы говорим о **свободном химическом сродстве, заключающемся в топливе органического происхождения**. Количество этого топлива сравнительно очень велико. По приблизительному расчету, британские пласты имеют около **190 000 000 000** тонн каменного угля, а североамериканские, говорят, содержат до **4 000 000 000 000** тонн²⁵. Но это количество, а также

²⁵ EDINBURGH REVIEW, 1860. COAL FIELDS OF NORTH AMERICA AND GREAT-BRITAIN, СТР. 88—89.

громадные массы другого органического топлива, например торфа, нефти и пр., образовались из растений, покрывавших в разные периоды земную поверхность, при помощи энергии, доставляемой Солнцем. Предполагают, что при помощи лучей Солнца растениям в течение долгих веков удалось насыщенное и лишенное превратимой энергии вещество, угольную кислоту, превратить в запас угля, обладающий громадным количеством такой энергии²⁶. В то же время под влиянием той же солнечной энергии кислород атмосферы освободился от соединенного с ним угля и заключает теперь в себе также массу превратимой энергии, представляющей основу для возможности существования высших организмов, то есть животных и человека.

7. Наконец, мы должны упомянуть еще о превратимой энергии, **закрывающейся в живых растениях, животных и людях**. Пока нам достаточно только признать, что и она есть только сбереженная энергия Солнца, и затем перейти к общим условиям сбережения энергии.

²⁶На конгрессе Британского общества для развития наук, собравшемся осенью нынешнего (1880 — Ред.) года, STERRY HUNT предложил обширную и весьма интересную теорию для объяснения климатических изменений в течение геологических периодов. Теория эта, главным образом, основана на предположении, что углерод, сложенный теперь в запасах каменного угля, прежде находился в атмосфере под видом углекислоты. См. REVUE SCIENTIFIQUE, № 22, 30 ноября 1878 г.

Глава III

СБЕРЕЖЕНИЕ ЭНЕРГИИ

Мы ознакомились теперь с теми данными, при помощи которых надеемся получить основания для определения значения труда в мировом распределении энергии.

Возьмем Землю опять в тот момент, когда она охладилась уже настолько, что поверхность ее была покрыта корой, не допускавшей теплоту расплавленной внутренности обнаруживать значительное действие на поверхности. Когда охлаждение Земли достигло уже такой степени, что диссоциированная вода превратилась в пар, а затем пар большей частью осел под видом воды, которая, увлекая за собой осевшие прежде воды соли, образовала моря в углублениях земной коры, в то время большинство химических процессов уже совершилось на земной поверхности. Химическое сродство было насыщено приблизительно в такой же мере, как и в настоящее время, если не принимать во внимание растительной жизни. Благодаря ее влиянию теперь насыщение химического сродства, вероятно, даже не заходит так далеко, как тогда, так как, по высказанному уже предположению, весь уголь, находимый теперь в недрах земли, тогда был в соединении с кислородом воздуха. Мы знаем, что теперь растения черпают свой углерод из углекислоты воздуха, и не имеем основания предполагать, чтобы в каменноугольном периоде они поступали иначе. Итак, мы вправе думать, что энергия ненасыщенного сродства в начале органической жизни была очень мала на земной поверхности, а превратимая энергия, еще сохраненная внутри, с

постоянным возрастанием толщины земной коры все более и более утрачивала свое действие. Земля в то время получала, может быть, немного более солнечной энергии, чем в настоящее время, но зато и рассеивала свою энергию гораздо быстрее, чем -теперь. Главная причина этого очень простая: Земля была тогда гораздо теплее и потому отдавала более тепла и притом тепла очень высокой температуры, легко превратимого в механическую работу, самым бесполезным образом, в пространство. Большое количество лучистой энергии, получаемое от Солнца, весьма мало увеличивало превратимую энергию Земли, и легко понять, почему: химические лучи Солнца, не находя на ее поверхности таких тел, на которые бы они могли действовать, как действуют теперь, при помощи растений, т. е. разлагая насыщенные соединения и обращаясь лишь частью в превратимую энергию, в то время отражались и уходили в пространство. То же делалось и со световыми лучами. Тепловые лучи поглощались настолько, насколько поверхность Земли отдавала **их** опять в пространство, и увеличения превратимой энергии на земной поверхности от них не происходило. За исключением движения нагретого воздуха и воды, поднятой испарением, солнечная лучевая энергия не обращалась на Земле в превратимую энергию, так же точно, как мы это теперь видим на бесплодных, лишенных всякой растительности песках Сахары или на льдах, окружающих полюсы. Если не принимать во внимание теплоты внутренности Земли, то количество превратимой энергии, почерпнутой от Солнца, было в ту эпоху гораздо менее, чем теперь. Действительно, причислив к поверхности Земли слои, заключающие каменный уголь, на что имеем право, ввиду образования этих слоев на поверхности, мы теперь имеем громадный запас легкопревратимой энергии. Запас

этот состоит в ненасыщенном сродстве громадной массы углерода, с одной стороны, и в ненасыщенном сродстве кислорода всей атмосферы — с другой. В то время, когда еще не было жизни на земной поверхности, когда, по всей вероятности, углерод теперешнего каменного угля с кислородом нынешней атмосферы составляли вместе насыщенное, т. е. лишенное превратимой энергии, соединение, углекислоту, тогда, несомненно, общий бюджет превратимой энергии на земной поверхности был меньше, чем теперь. Мы взяли каменный уголь только как пример. Этому явлению в истории земного шара можно подыскать еще и другие аналоги, например торфяные залежи, асфальтовые копи, нефтяные источники и разные горные породы органического происхождения.

Разберем общий ход явлений с тех пор и до настоящего времени. Внутренняя энергия Земли, чем ближе к нам, тем меньшую роль играет в составлении энергийного бюджета земной поверхности. Солнечная энергия получается, хотя постепенно, но в количестве все уменьшающемся. Очевидно, для того, чтобы при уменьшающихся источниках энергии на земной поверхности и в ближайших слоях под ней могло произойти накопление превратимой энергии, необходимо, чтобы происходил на земной поверхности процесс сбережения энергии, процесс, обратный рассеянию, или даже процесс превращения устойчивой энергии (теплоты) в высшую форму, более превратимую в механическое движение, потенциальное или кинетическое.

Можно сказать, не боясь сделать ошибки, что мы получаем на Земле энергию Солнца не в очень превратимом, но и не в чересчур уж устойчивом виде. Высокая температура, свет, химические лучи — все это

такие роды энергии, которые, правда, с большой потерей на рассеяние, но все-таки частью переводятся на земной поверхности в более превратимые, высшие роды энергии, каковыми являются — механическая работа машин, сокращения мышц и, вероятно, психическая деятельность. В настоящее время земная поверхность, правда, с большей потерей, может быть, даже увеличивая немного ежегодные траты Солнца, возводит часть уже спустившейся по ступеням превращений солнечной энергии опять в наивысшие формы, самые превратимые, какие только способна принимать энергия.

Необходимо совершенно ясно представить себе всю трудность перехода низших форм энергии в высшие, чтобы понять, как при таком громадном получении Землей лучевой энергии от Солнца в действительности на ней господствует такая нужда в высших родах энергии. Но зато, действительно, и способы, которыми солнечная энергия может быть превращаема в механическое движение, крайне немногочисленны. Вот главные из них: **сообщение движения воздуху посредством изменения его упругости, поднятие воды путем испарения, химическая диссоциация при помощи растений, мышечная работа животных и человека, изобретение и устройство искусственных двигателей, машин при помощи психической и мышечной работы человека и высших животных.**

Лучевая энергия Солнца, встречая уже отверделую, но еще не покрытую растительной жизнью поверхность Земли, отражалась от нее почти как от непроницаемой брони. Конечно, небольшая часть лучей поглощалась, но это поглощение вело за собой только временное возвышение температуры, которая падала через лучеиспускание в пространство, как

только прекращалось действие Солнца. Конечно, нагревание поверхности Земли выражалось и небольшой механической работой; вследствие расширения и сжатия образовались трещины и т. п., но понятно, что эти ничтожные проявления механического движения не могут быть названы значительными превращениями теплоты в работу.

Химические лучи Солнца чересчур слабы, чтобы разложить насыщенные кремниевые, известковые, глинистые соединения, составляющие поверхность Земли. Они или частью превращались в теплоту, или непосредственно отражались в пространство. Та же участь постигала и лучи света.

Вода и воздух представляют более благодарное поле для превращения низшей энергии в высшую, чем земля, но и они почти совершенно лишены способности сберегать превращенную энергию. Механическое действие урагана может быть громадно. Если он сопровождается грозой, благодаря переходу части солнечной энергии в электричество, то механическое действие его еще усиливается ударами падающих искр молнии, но и это действие сейчас же само собой истощается и сейчас же рассеивает всю свою энергию, заставляя ее падать на еще низшую ступень, чем та, на которой она была получена от Солнца. Ветер дает громадный процент полезной механической работы, ударяясь о какое-либо сопротивление, например парус корабля или крыло мельницы, но зато запас высшей энергии, заключенной в стремящемся воздухе, большей частью тут же и истощается. Запасов превратимой энергии в воздухе не собирается, потому что в природе не существует резервуаров, которые могли бы сами собой наполняться сгущенным воздухом, энергия которого потреблялась бы по мере надобности.

Вода уже более способна к сбережению превратимой энергии, чем воздух. Правда, и вода составляет при своем падении такой выгодный процент работы лишь потому, что, упавши, она лишается для данной высоты разом всей накопленной в ней энергии, но зато вода под влиянием лучистой энергии Солнца испаряется и накапливается в резервуарах на возвышенных местах, где она вследствие своей подвижности, повинаясь тяготению, может быть рассматриваема содержащей большой запас потенциальной механической работы. Следует признать, однако, что сравнительно с количеством воды, существующей непроизводительно на поверхности Земли, и сравнительно с громадным количеством тепла, получаемого от Солнца, — несколько альпийских озер и быстрых рек представляют ничтожное накопление энергии. Этому не следует и удивляться, приняв во внимание, что сбережение в испарившейся воде происходит лишь случайно, вследствие неровностей Земли, между тем как наибольшая часть воды падает непосредственно на поверхность Земли в виде дождя, снега росы, инея, в таких местах, где она почти всю механическую работу совершает тотчас же при падении, не имея возможности сберегать значительную часть ее на будущее время. Тем не менее мы остановились на механической работе, заключающейся в движущемся воздухе и в воде, потому что они дают больший процент полученной работы, чем машины и даже животные, что легко станет понятным если принять во внимание, что их движение перед работой есть уже энергия высшего порядка, чем та, которая находится в топливе или пище перед их потреблением²⁷.

²⁷ Тэт, Л. С., стр. 138.

Глава IV

ПОЯВЛЕНИЕ ОРГАНИЗМОВ. ЗНАЧЕНИЕ РАСТЕНИЙ В РАСПРЕДЕЛЕНИИ ЭНЕРГИИ

Таким образом, до появления органической жизни на земной поверхности запас превратимой энергии был вообще невелик, а главное, распределен неравномерно в разных частях Земли и мог приходить в действие только в некоторые эпохи, наиболее для того благоприятные. Появление органической жизни на Земле не только изменило в высшей степени вид и свойства поверхности Земли, но также и количество и способ распределения высших родов энергии.

Мы вовсе не будем здесь входить в рассмотрение спорных пунктов, касающихся первого появления организмов. Укажем только на один факт, самый важный, по нашему мнению: химические лучи Солнца, недействительные по отношению к некоторым соединениям, например угольной кислоте, аммиаку и пр., при той температуре, с которой они доходят на земную поверхность, получают способность разлагать их при помощи растений. Следовательно, мы были только относительно правы, говоря прежде, что эти лучи все отражались или превращались в теплоту. Так оно было вначале, но, зная зависимость химических действий от разных обстоятельств, кажущихся побочными, например продолжительности действия, количества присутствующих веществ, формы их распределения, диффузии, электрических процессов и

пр., мы должны предполагать, что химические лучи Солнца, недействительные для разложения углекислоты, аммиака и составных частей почвы при обыкновенных обстоятельствах, могут стать действительными при каком-нибудь **особом сочетании этих обстоятельств**. Прибавим, однако, что обе главные гипотезы о начале организмов, стоящие ныне друг против друга, то есть сотворение и произвольное зарождение, кажутся настолько невероятными даже таким знаменитым ученым, как **В. Томсон и Гельмгольц**, что они склоняются к третьей, именно — к предположению, что первые зародыши организмов были занесены на Землю падающими из всемирного пространства метеорными камнями ²⁸.

Гораздо важнее, нежели вопрос о первом появлении организмов, для учения о распределении энергии на земной поверхности вопрос об их распространении. Почему организмы, самое появление которых требовало стечения обстоятельств столь благоприятных и редких, что мы до сих пор еще не могли проследить, каковы именно эти обстоятельства, как скоро появились, то быстро размножились и теперь покрывают собой большую часть поверхности земли и населяют моря? Нам кажется, что на этот вопрос уже легче дать ответ более или менее удовлетворительный. Организмы распространяются, потому что с успехом выдерживают борьбу за существование с неорганической природой, во всех тех случаях, где запас превратимой энергии у них больше, чем в окружающих их неорганических веществах. Действительно, организмы не могут существовать ни в kloкочущей лаве вулканов, ни даже в виде горячих источников или среди песков пустыни, часто

²⁸ LANGE. GESCHICHTE DES MATERIALISMUS. T. II, СТР. 236.

взрываемых ветром. Даже обыкновенный, быстро текущий ключ или вовсе не заключает организмов, или только такие, которые попали в него позже, окрепнувши, а первые стадии своего развития прошли в другом, более покойном месте. Во всех местах, где существует значительное механическое движение, где, следовательно, превратимой энергии много, организм со своим небольшим количеством высшей энергии не выдерживает борьбы за существование, так как его движение, рост, питание и пр. разрушаются ежеминутно посторонними, более сильными движениями. Напротив, в месте, лишенном значительного количества превратимой энергии, движения организма оказываются сильнейшими, и он беспрепятственно продолжает свое развитие.

Весьма интересные опыты **Хорвата**²⁹ послужили исходной точкой для высказанного нами взгляда. Сущность опытов заключается в следующем. Хорват брал четыре, по возможности, одинаковые стеклянные трубочки, до половины наполненные одной и той же питательной жидкостью, на пол-литра которой прибавлял по две капли жидкости, содержащей бактерии. Число бактерий было так незначительно, что питательная жидкость трубочек оставалась ясной. Все трубочки тотчас же закрывались. Две из них прикреплялись особо приспособленным образом к машине, движимой водой, которая во время своего хода сильно взбалтывала содержимое трубочек. Другие две трубочки ставились в покойном месте, вблизи взбалтываемых. По окончании опыта, через 24 или 48 часов, жидкость трубочек, стоящих в покое, была

²⁹ А. HORWATH. UEBER DEN EINFLUSS DER RUHE UND DER BEWEGUNG AUF DAS LEBEN. В PFLUGERS ARCHIV. F. D. G. PHYSIOLOGIE. BONN, 1878.

молочно-мутной и при микроскопическом исследовании оказалась содержащей значительные количества *Bacterium termo* и *Bacterium bacillus* (Cohn). Жидкость в тех трубочках, которые взбалтывались машиной, оставалась ясной. Бактерии в ней не размножались не только во время взбалтывания, но даже и при последующем покое в течение 48 часов при температуре 25° до 30°, если только взбалтывание продолжалось достаточное время, например около 48 часов.

Заканчивая изложение своих опытов над бактериями пожелаем, чтобы подобные же опыты были повторены и над дрожжами, инфузориями, растительными семенами и пр., Хорват приводит следующий пример в подтверждение своего мнения о том, что сильные движения препятствуют развитию жизни: «Все те воды, океаны, моря, реки, которые, представляя все выгодные условия для развития жизни ³⁰, тем не менее содержат в сравнении со стоячими водами мало растений и животных, — все эти воды часто бывают в сильном движении и никогда не бывают в покое» ³¹.

Таким образом, обладая известным запасом превратимой энергии, известной способностью к механическому движению, например росту корня вниз, а стебля вверх, и встречая почти везде на земной поверхности отсутствие механического движения, имея, если можно так выразиться, почти что монополию сбережения солнечной энергии, заключающей в себе

³⁰ «Т. Е. ПРИСУТСТВИЕ КИСЛОРОДА, СВЕТА, ТЕПЛОТЫ И ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ».

³¹ А. HORWATH, L. C., СТР. 133.

еще значительную часть превратимых в высшую. форму элементов, — растения в действительности стали совершать с успехом это превращение и продолжают его и до сих пор. Громадные залежи каменного угля и атмосфера, в значительной степени освобожденная от содержания углекислоты, являются главными свидетелями многовековой деятельности растений.

В настоящее время принято, для большего удобства расчетов, всякий процесс, оканчивающийся образованием химического движения, то есть одной из высших форм превратимой энергии, приравнивать к действию термической машины, то есть такой машины, в которой теплота переходит в работу. Начало такому общему взгляду на происхождение механической энергии положено гораздо ранее развития механической теории тепла исследованиями **Сад Карно**, который уже в 1824 году говорил: «Чтобы рассматривать принцип происхождения движения из теплоты во всей его широте, нужно представить его себе независимым от какого бы то ни было механизма, какого бы то ни было определимого вещества; нужно установить ход рассуждений, применимых не только к паровым машинам, но и ко всякой вообразимой огневой машине, каково бы то ни было вещество, пущенное в ход, и каков бы ни был способ, которым на него действуют». И далее: **«Везде, где существует различие в температуре, может быть и происхождение двигательной силы»** ³².

Мы знаем, однако, что никогда вся теплота не может быть превращена в работу, и наилучше устроенные паровые машины не дают более $1/5$ или $1/4$ полезной

³² SADI CARNOT. REFLEXIONS SUR LA PUISSANCE MOTRICE DU FEU. PARIS, 1824, СТР. 8 И 16.

работы. Остальная теплота падает еще ниже относительно превратимости, теряет способность быть даже превращенной в работу, рассеивается. Но для того, чтобы правильно судить о количестве полученной работы и потраченной теплоты, необходимо, чтобы в машине совершился круговой процесс превращения теплоты в работу и обратно работы в теплоту, так как иначе мы не имеем возможности точно представить себе количество теплоты, находящейся в полученной работе³³. Вот что Карно называет **циклом операций** или **круговым процессом**. По его мнению, рассуждать об отношении между полученной работой и теплотой, потраченной на производство работы, можно только тогда, когда цикл окончен. Взяв известное количество пара и дав ему просто расширяться, мы на основании потраченной во время этого процесса теплоты и полученной работы не имели бы право сказать, что исчезнувшее количество тепла представляет эквивалент полученной работы. В самом деле, при окончании действия пары находятся в другом состоянии относительно давления и температуры, чем при начале. Вначале это могли быть насыщенные пары, имевшие известную температуру; в конце же процесса, если были приняты известные предосторожности, пар хотя и мог остаться насыщенным, но температура его была другая; поэтому нельзя сказать — обладают ли эти пары тем же количеством энергии, каким обладали в первоначальном состоянии, или нет. Мы не имеем разумного основания для определения количества тепла, перешедшего в работу, если рабочее вещество является вначале одним, а в конце другим. Если же при помощи какого-нибудь приспособления нам удастся

³³ SADI CARNOT, L. C., СТР. 20.

вновь привести рабочее вещество к прежнему состоянию, в таком случае мы получим право сказать, что так как это вещество вернулось к своему первобытному состоянию, то, значит, в нем не произошло теперь и изменений, — и тогда уже можно рассуждать о всех внешних явлениях, происходивших во время процесса, и определять условия эквивалентности между ними.

Другая великая заслуга Карно заключается в мысли о **совершенной машине**, в которой совершался бы обратный процесс — обратный; не в обыкновенном техническом смысле обратного действия частей, а в том смысле, что, кроме превращения теплоты в работу, машина может совершать обратный круговой процесс и, давая работу, возвращать, так сказать, теплоту от холодильника к паровику. Здесь мы имеем извращение всего процесса, а не изменение в направлении движения машины. Карно ввел такое понятие и доказал, что если бы удалось получить машину, в которой происходил бы обратный круговой процесс, то это была бы **машина совершенная**, понимая под совершенством машины возможность установить условия обратного кругового процесса, совершенно независимо от природы рабочего вещества в машине ³⁴.

Мы уже дали краткий очерк учения о тепловой машине, так как оно облегчит нам изложение последующего. Тем не менее растения не могут быть непосредственно сравниваемы с тепловой машиной или с электромагнитной, что в данном случае безразлично. Растения главным образом сберегают

³⁴ Тэт, Л. С., стр. 88—89 и SADI CARNOT, Л. С., стр. 21.

только солнечную энергию, но не превращают ее в механическую работу. Они останавливаются на полдороге, превращая ее только в свободное химическое сродство. Поэтому в растениях не может быть и речи о круговом процессе. Количество механического движения, образующегося в растениях, крайне ничтожно. Движение спор у тайнобрачных, тычинок у некоторых явнобрачных, например барбариса, рост корня и стеблей, закрывание и-открывание цветов, опускание и поднимание листьев у мимоз и др., поворачивание цветов и листьев к солнцу, ловля насекомых мухоловками, — все это движения по большей части не быстрые, слабые и совершающиеся на малом протяжении. Они представляют собой всю небольшую сумму механической работы, совершаемой растениями. В сравнении с количеством получаемой растениями солнечной энергии, даже в сравнении с частью ее, превращаемой растениями в свободное химическое сродство, механическая работа, доставляемая растениями, настолько незначительна, что мы пока можем оставить ее без подробнейшего разбора.

Гораздо важнее накопление растениями превратимой энергии в форме химического сродства. Мы видели, что растения именно потому, что не совершают кругового процесса, не превращают получаемую теплоту, свет и химическую энергию в механическую работу, уже успели в течение веков накопить значительный запас превратимой энергии на земной поверхности. Это накопление энергии, это сбережение ее продолжается при помощи растений и в настоящее время. Действительно, мы знаем, что Земля теряет в пространство, рассеивает такое количество тепла, какое соответствует различию температуры между поверхностью Земли и пространством. Но при совершенно одинаковой температуре количество

энергии, в том числе и скрытого, нелегко освобожденного тепла, в разных случаях может быть очень различно. Совершенно правильно говорит **Секки**³⁵ : «Солнечные лучи, падая на растения, не отражаются и не разбрасываются так, как это случается, когда они падают на голые камни или на пески пустыни. Они в значительной мере задерживаются, и механическая сила их колебаний потребляется на разрушение соединений, составленных из кислорода с углеродом и водородом, соединений устойчивых, известных под именем **углекислоты и воды**».

Но что же при этом происходит? Часть солнечной теплоты пропадает, как теплота. Она задерживается на поверхности Земли, не нагревая ее, не повышая ее температуры, не увеличивая ее потери. При равной потере Земля получает больше энергии или при равном получении теряет меньше. Как бы мы ни рассматривали этот процесс, в обоих случаях на поверхности вследствие деятельности растений получается накопление энергии и притом не рассеянной энергии в роде тепла, электричества или даже света, а высшей, сохраняемой веками и способной ко всем возможным превращениям. Именно потому, что растения во время своей жизни не дают полного кругового процесса, они действительно увеличили и продолжают увеличивать запас превратимой энергии на земной поверхности. На земле растения — злейшие враги мирового рассеяния энергии.

Сколько именно растения сберегают солнечной энергии, например, в течение года, вычислить еще очень трудно, так как для этого следовало бы знать

³⁵ Тэт, Л. С., стр. 88—89 и SADI CARNOT, Л. С., стр. 21.

количество тепла, получаемое всеми растениями на Земле, и количество рассыщенного сродства, сберегаемое в них в течение года через разложение углекислоты, аммиака и других насыщенных или близких к насыщению соединений. Так как в некоторых странах Европы уже сделаны расчеты необходимого числа градусов тепла, нужных для того, чтобы довести до зрелости разные сорта хлебов и других возделываемых растений; так как, кроме того, средние урожаи этих растений также известны, а состав почвы всегда может быть определен, то можно надеяться, что скоро удастся определить, какой процент получаемой от Солнца энергии может сберечь в высшей форме питательного вещества и топлива десятина пшеницы или в материале для одежды десятина конопли и т. п. В настоящее время наибольшее затруднение для такого определения энергии заключается не в вычислении энергии сбереженной, но в определении энергии получаемой. Несомненно, что на жизнь растений -имеют влияние, кроме теплоты солнечных лучей, еще и свет, и химическое действие их, а для них эквиваленты в теплоте или механической работе еще не могут быть найдены с достаточной точностью.

Таким образом, в растениях совершается работа поднятия части солнечной энергии с низшей ступени на высшую, точно так, как подобная же работа совершается в воде, испарившейся под влиянием тепла и накопившейся потом в каком-либо резервуаре на возвышенном месте, или в воздухе, нагретом и приведенном таким образом в состояние большей упругости. Главная разница между этими процессами заключается в том, что у растений энергия накапливается в форме химического сродства, в воде же и воздухе непосредственно в виде потенциального или кинетического механического движения. **Но ни та, ни**

другая энергия, предоставленная сама себе, не служит к поднятию нового количества энергии на высшую ступень. Воздух, потеряв при переходе в более холодное место часть своего тепла, теряет и упругость, заставлявшую его двигаться. Работа его превращается в теплоту и рассеивается. Вода, прорвав препятствия, которые ее задерживают, сбегает по склону горы в реку, а оттуда в море, Работа ее также превращается в теплоту через трение о дно ее русла, о камни, которые она с собой уносит и т. д. В конце концов эта работа бесполезно рассеивается в пространстве. Растения, предоставленные самим себе, или сгнивают и разрушаются, окисляясь на кислороде воздуха и рассеивая сбереженную в себе энергию, или при благоприятных обстоятельствах обугливаются, и уголь этот сохраняется под новыми слоями осевшей почвы. В последнем случае значительная часть энергии растений сберегается, но только складывается в запас, а не способствует поднятию нового количества низшей энергии на высшую ступень. Энергия, сбереженная в каменном угле, есть, в сущности, только сбереженное солнечное тепло, но еще не высшая энергия, потому что понятно, что химическое сродство угля для того, чтобы дать действительно высшую ступень энергии, т. е. механическую работу, должно быть предварительно обращено в теплоту, и затем теплота уже в механическую работу. При этом, конечно, происходит всегдашнее рассеяние тепла.

Таким образом, если проследить историю сбережения солнечной энергии на земной поверхности, то мы увидим, что в то время, когда температура земной поверхности поддерживалась, главным образом, изнутри Земли, сбережения этого вовсе и не происходило. Уже позже, когда главным источником тепла для земной поверхности стало Солнце, когда появились на Земле пояса и прочие различия

температуры, часть солнечной энергии стала превращаться воздухом и водой в механическую работу. Некоторая, незначительная часть энергии при этом сберегалась, но при своем потреблении все-таки целиком рассеивалась в пространстве. Доля энергии, сберегаемая растениями, уже гораздо значительнее, но и она пока не ведет к поднятию новой энергии на высшую ступень. О небольших, так называемых произвольных движениях растений мы уже упоминали и по незначительности их не рассматривали подробнее. Каменноугольные пласты представляют, правда, громадный запас превратимой энергии, но лишь потенциальной, не переходящей, за исключением разве движения угольных газов в пустотах, в кинетическую. Тем более энергия, сбереженная растениями и сложенная внутри Земли, не служит сама собою к производству новой высшей энергии.

Глава V

ЗНАЧЕНИЕ ЖИВОТНЫХ И ЧЕЛОВЕКА В РАСПРЕДЕЛЕНИИ ЭНЕРГИИ. ПОНЯТИЕ О ТРУДЕ

Энергия, сбереженная растениями, не во всех случаях подвергается уже упомянутой нами участи. Не все растения сгнивают и рассеивают сбереженную энергию, не все также складывают ее в запас под видом торфа или каменного угля.

С тех пор, как существуют уже на Земле животные, часть растений идет им на пищу, и в таком случае сбереженная ими солнечная энергия начинает играть роль совершенно иного рода. Все животные в большей или меньшей мере превращают часть сбереженной растениями энергии в высшую ее форму, в механическую работу.

Начнем с низших животных. Мы уже говорили, что даже растения переводят часть своей энергии в теплоту и механическую работу; поэтому неудивительно, что есть такая ступень, где между низшими животными и растениями не существует ясной грани не только в морфологическом отношении, но и в характере химических и физических процессов, в них совершающихся, в количественном распределении различных форм энергии и т. п. Но как только мы хоть немного поднимемся выше по ступеням развития

животных, то сейчас же заметим большое различие в характере преобладающих процессов. В растениях процессы восстановления явно преобладают над процессами окисления. Только в весьма незначительной степени растения поддерживают свою температуру выше окружающей среды. Только в редких случаях, например во время оплодотворения (у *Agum* и др.), отдельные части растений достигают довольно высоких температур. У животных, даже низших, мы видим обратное. Явления окисления преобладают над явлениями восстановления ³⁶. Животные вынуждены питаться уже достаточно восстановленными, заключающими запас превратимой энергии веществами растительного или животного происхождения. Животные окисляют эти вещества в своем теле, согревают ими свое тело, добывают из них способность для механической работы, совершив которую, животные, однако, снова рассеивают энергию, сбереженную растениями. Большая часть ее уходит в пространство, а остальная обратно превращается и сберегается растениями путем разложения угольной кислоты, выдыхаемой животными.

Таким образом, все низшие животные, правда, превращают часть обереженной растениями солнечной энергии в высшую форму, в механическое движение, но рассеивают затем эту энергию непроизводительно, то есть не употребив растрату ее на новое превращение части солнечной энергии в высшие формы. Заботу об этом они предоставляют

³⁶ По-видимому, некоторые явления животной жизни, напр. уподобление белковины, сопряжены с явлениями восстановления. См. S. PODOLINSKY, BEITRAGE ZUR KENNTNISS DES PANCREATISCHEN EIWISSEFERMENTES. PFLUGERS ARCHIV, 1876.

растениям, но и те, как мы видели, останавливаются на половине пути.

Мы имеем здесь два процесса, идущие рядом, которые обыкновенно только и принимаются во внимание при учении о круговороте жизни. Растения сберегают известные количества энергии, но животные, поглощая растения, превращают при этом часть сбереженной энергии в механическую работу и рассеивают превратимую энергию, содержащуюся в поглощенных ими растениях. Если количество сбереженной растениями энергии больше, чем количество рассеиваемой животными, тогда происходит накопление запасной энергии, например в виде каменноугольных пластов в тот период жизни Земли, когда, очевидно, растительная жизнь сильно преобладала над животной. Напротив, если бы животная жизнь стала преобладать над растительной, то, истощив запасы, заключающиеся в накопленном растениями питательном материале, и рассеяв его энергию в пространство, животная жизнь бы сама сохранилась соответственно размеру энергии, сберегаемой в каждое данное время растениями. Таким образом, установилось бы известное, более или менее постоянное отношение между жизнью растений и животных, между сбережением и рассеянием энергии. Уровень энергийного бюджета земной поверхности в таком случае был бы далеко ниже, чем при преобладании растительной жизни, так как запасов превратимой энергии не могло бы накапливаться, потому что животные рассеивали бы всю энергию, накопленную за известное время растениями. Таким образом, ни растения, ни животные уже не способствовали бы дальнейшему увеличению сбережения солнечной энергии, и величина всей энергии земной поверхности при несколько высшем уровне, чем до появления организмов, была бы, однако,

постоянно одинаковой и не увеличивалась бы далее. Годы и века проходили бы. Солнце с неистощимой щедростью посылало бы свои лучи на Землю, но запас превратимой энергии на Земле не возрастал бы и на самую ничтожную величину. Повторим еще раз: общий запас энергии на Земле был бы увеличен, жизнь бы существовала на Земле, но ни общий запас энергии, ни жизнь уже не возрастали бы; это был бы своего рода застой, несмотря на жизнь и на постоянный обмен вещества и энергии.

Причина такого зстоя теперь для нас ясна. Она состоит в том, что высшие формы энергии, добытые растениями и животными, в конце концов всегда рассеивались в пространстве бесполезно и никогда не были направлены на **единственно полезную в смысле увеличения энергии на Земле работу, т. е. на новое превращение низших форм энергии в высшие**, например солнечного тепла в механическую работу и т. п. Таким образом, животные только рассеивали энергию, добытую растениями, а растения, даже в самом благоприятном случае преобладания растительной жизни, только складывали ее в запас в такой форме, где она при существовавших тогда обстоятельствах не могла быть потреблена на превращение нового количества энергии Солнца в более превратимую форму.

Но, взглянув вокруг себя, мы видим, что в настоящее время подобный застой не существует. Количество солнечной энергии, принимающей на земной поверхности вид энергии более превратимой, несомненно, постепенно увеличивается. Количество растений, животных, людей теперь несомненно более, чем было в эпоху первого появления человека. Многие бесплодные места возделаны и закрыты роскошной растительностью. Урожаи во всех цивилизованных странах возросли. Число домашних животных и

особенно число людей значительно увеличилось. Что бы ни говорили о многочисленности стад диких животных, но несомненно, что домашние животные и люди в сумме представляют более живого вещества и потребляют большее количество питательного материала, накапливаемого растениями, чем одни дикие животные. Мы видим, правда, что существуют страны, бывшие богатыми и превращенные чуть не в пустыни, но такие факты слишком явно зависели от ошибок в хозяйстве. В общем же, нельзя не признать увеличения производительности питательного материала, заключающего запас превратимой энергии на земной поверхности, со времени появления человечества.

Вот несколько примеров из сельскохозяйственной статистики Франции, которые ясно показывают влияние, оказываемое трудом на увеличение накопления энергии на земле.

Во Франции существует в настоящее время около 9 000 000 гектаров **леса**, доставляющих средний ежегодный прирост дерева, равняющийся 35 000 000 **стэрм**, т. е. кубическим метрам, весом около 81 000 000 метрических кинталов (один кинтал равен 100 килограммам). На гектар, следовательно, приходится ежегодного прироста 9 метрических кинталов, или 900 килограммов. Принимая число тепловых единиц, заключающееся в каждом килограмме высушенной на воздухе клетчатки, равным 2550, мы получим ежегодное накопление солнечного тепла на каждом гектаре леса, равное $900 \times 2\,500 = 2\,295\,000$ тепловым единицам.

Естественные луга занимают во Франции пространство в 4 200 000 гектаров и производят средним числом ежегодно 105 000 000 метрических кинталов сена, или по 2500 килограммов на каждом

гектаре. Накопление солнечного тепла на гектаре составляет, следовательно, ежегодно $2\,500 \times 2\,550 = 6\,375\,000$ тепловых единиц.

Таким образом, мы видим, что без вмешательства труда предоставленная сама себе растительность, при самых выгодных обстоятельствах, т. е. в лесу или на лугу, накапливает ежегодно на гектаре количество солнечного тепла, колеблющееся между 2 295 000 и 6 375 000 тепловыми единицами.

При участии труда сейчас же замечается значительное увеличение.

Во Франции **искусственные луга** устроены уже на поверхности **1 500 000** гектаров, которые за вычетом ценности семян производят ежегодно **46 500 000** метрических кинталов сена, т. е. по **3 100** килограммов на каждом гектаре. Следовательно, ежегодное накопление тепла равно $3\,100 \times 2\,550 = 7\,905\,000$ тепловых единиц. Избыток против естественного луга равняется **1 530 000** тепловых единиц и получен он, естественно, благодаря труду, приложенному к устройству искусственного луга. Труд этот для одного гектара искусственного луга равняется ежегодно приблизительно: **50** часам работы одной лошади и **80** часам работы одного человека. Вся работа эта, переложённая на тепло, равняется **37 450 тепловым единицам**. Таким образом, каждая тепловая единица, приложенная в виде труда человека или лошади к устройству искусственного луга, производит избыток накопления солнечного тепла, равный $1\,530\,000 : 37\,450 = 41$ тепловой единице.

То же явление замечается и при возделывании зерновых хлебов. Во Франции засеивается пшеницей немногим более **6 000 000** гектаров, которые за

вычетом семян дают **60 000 000** гектолитров зерна и **120 000 000** метрических кинталов соломы ежегодно. На каждый гектар, следовательно, приходится **10** гектолитров, или **800** килограммов зерна и **2000** килограммов соломы. В тепловых единицах **800** килограммов зерна, по расчету составных частей его, например белковины, крахмала и пр., равняется около **3 000 000** калорий, что вместе с **2000×2 550=5 100 000** тепловыми единицами, содержащимися в соломе, составляет **8 100 000** тепловых единиц.

Избыток над естественным лугом равен **8 100 000—6 375 000=1 725 000** тепловых единиц. Для получения его затрачено **100** часов работы лошади и **200** часов работы человека, представляющие вместе ценность **77 500** тепловых единиц. Следовательно, каждая тепловая единица, затраченная в виде труда на возделывание пшеницы, производит избыток накопления солнечного тепла, равный **1 725 000 : 77 500=22** тепловым единицам³⁷.

Откуда ж берется избыток энергии, необходимой для выработки этого питательного и горючего материала? На это возможен только один ответ: **Из труда человека и домашних животных**³⁸.

Что же такое труд в таком случае?

Труд есть такое потребление механической и психической работы, накопленной в организме,

³⁷ См.: 1. STATISTIQUE DE LA FRANCE, 1874, 1875 и 1878.

³⁸ DICTIONNAIRE DES ARTS ET DE L'AGRICULTURE DE CH. LABOLAYE
4-ME EDITION 1877. ARTICLES AGRICULTURE PAR HERVE MANGON ET
CARBONISATION.

которое имеет результатом увеличение количества превратимой энергии на земной поверхности³⁹, Увеличение это может происходить или непосредственно через превращение новых количеств солнечной энергии в более превратимую форму, или посредственно через сохранение от рассеяния, неизбежного без вмешательства труда, известного количества уже существующей на земной поверхности превратимой энергии.

Откуда же взялась способность трудиться и где ее начало в животном царстве? Мы говорим в царстве животных, потому что из самого нашего определения труда видно, что он не может иметь места ни в неорганическом мире, ни в мире растений. Действительно, рассмотренные нами случаи проявления механической работы в неорганическом мире, т. е. ветры, водяные течения, приливы, без вмешательства человека при потреблении своей механической работы никогда не переводят солнечную энергию в более превратимую форму и никогда не предотвращают рассеяние высших форм энергии⁴⁰; напротив, они только рассеивают свои собственные запасы. Вода, испаряясь, сберегает, подобно растениям, в себе часть солнечной энергии, но, падая на землю, она рассеивает ее опять всю, не превратив несколько новой низшей энергии в высшую.

Точно так же понятие о труде не может быть применено и к растениям, потому что растения только накапливают в себе энергию и или вовсе не тратят ее (пример каменный уголь), или, сгнивая на воздухе,

³⁹ PELOUZE EL FREMY. TRAITE DE CHIMIE.

⁴⁰ HERMANN, GRUNDZUGE DES PHYSIOLOGIE 5-TE AUFLAGE. 1877.

потребляют ее непроизводительным образом, то есть вполне рассеивают в пространстве. Только в том случае накопленная растениями энергия идет на поднятие нового количества энергии на высшую ступень, когда запас этот входит в состав пищи **трудящегося** животного или человека; или же служит топливом для машины, построенной и управляемой **трудом** человека. Понятно, следовательно, что и в данном случае трудились не пища и не топливо и даже не материал, из которого сделана машина, но животное, которое ходило в плуге, или человек, который воспитывал животное, управлял им или который построил машину.

Переходя к животным, нам будет гораздо труднее указать границу, где может начаться приложение понятия о труде. Возьмем какое-либо низшее животное и посмотрим, к каким его отправлениям может быть применено название труда. Мы вообще привыкли смешивать труд с движением и механической работой, и потому весьма естествен будет для нас вопрос, есть ли, например, труд ползание слизняка или летание мотылька?

На этот вопрос мы прямо можем ответить — нет; ползание слизняка и летание мотылька не есть труд, потому что они сопровождаются только рассеянием энергии, а не обратным поднятием упавшей энергии на высшую ступень. Но, возразят нам, ведь слизняк ползает с целью найти себе пищу, мотылек летает с целью найти удобное место, где бы положить свои яички так, чтобы выползшие личинки сейчас имели бы достаточный запас пищи. На это мы скажем, что природа не знает целей, она может считать только результаты. Вся жизнь слизняка, все его ползание, искание пищи, переваривание найденных пищевых веществ и добытая из них способность снова двигаться

не переводят и малейшей части солнечной энергии в такую высшую форму, которая при своем потреблении увеличивала бы запас превратимой энергии на земной поверхности. Слизняк не может возделывать растения, значит, не увеличивает никогда своим вмешательством количество солнечной энергии, сберегаемой растениями. Нам могут сказать, что на основании закона борьбы за существование слизняк, живя при благоприятных обстоятельствах, находя пищу в изобилии, истребляет значительную массу растительного материала; но зато, находя мало пищи, например от случайного неурожая потребляемых им растений, и погибая от голода, он своей гибелью дает в будущем возможность существования большему числу растений и этим как бы увеличивает сбережение энергии. На это мы возразим, вооружившись тем же законом борьбы за существование. Если от гибели слизняков сила растительности какой-либо местности увеличится, то, весьма вероятно, увеличится и число врагов этой растительности. Слизняк, погибнув, не может охранять растения, которыми он питался, от других потребителей, и потому обмен энергии, вероятно, останется в прежнем размере. Понятно, что подобное же рассуждение применяется и к личинкам мотылька. Кроме того, не следует забывать, что под словом «труд» понимается положительное действие организма, имеющее результатом увеличение сберегаемой энергии, а потому пассивный факт гибели от голода, сопряженный с прекращением существования организма, никак не может быть включен в категорию труда.

Мы привели этот, может быть, несколько странный пример для того, чтобы сразу поставить на должную точку вопрос о сбережении энергии. Действительно, с первого взгляда может показаться, что слизняк, погибая, увеличивает растительную жизнь тем, что

уже не истребляет растений. Это то же, что, как говорят, капиталист **сберегает**, не проедаая всех своих доходов, а оставляя часть из них неприкосновенными. Но то и другое совершенно несправедливо, потому что слизняк в действительности не только не увеличивает никакой энергии, погибая от голода, но даже не может охранить от дальнейшего рассеяния энергии тех растений, которых он не съел. Одним словом, слизняк не трудится, потому что он не способствует увеличению превратимых форм энергии на земной поверхности, ни увеличивая ее непосредственно, ни охраняя от рассеяния такие запасы ее, которые при дальнейшем своем потреблении могли бы дать увеличение сбережения. В таком же смысле не трудится и капиталист, не проедающий всех своих доходов.

Надеемся, что на этом примере нам удалось опровергнуть понятие о чистом сбережении или, если можно так выразиться, об отрицательном труде. Труд есть понятие вполне положительное, заключающееся всегда в потреблении механической или психической работы имеющей непременно результатом увеличение превратимой энергия или сохранение от рассеяния такой энергии, которая при своем потреблении будет иметь последствием увеличение запаса энергии.

Исходя из этой точки, мы можем заключить, что всякие движения животных, по-видимому, бесцельные или имеющие целью отыскание пищи, укрывание от холода в устроенных самой природой пространствах или от врагов, не могут еще быть названы трудом. Не могут потому, что совершение их не имеет необходимым последствием увеличение энергии на земной поверхности, а несовершенство уменьшения ее. Правда, когда животное умирает от голода, количество

высшей энергии, может быть, на мгновение уменьшается, но, по закону избытка зародышей, на место погибшего животного сейчас же становится новое, и обмен уравнивается на уровне, обусловленном величиной сбережения солнечной энергии посредством растений. Таким образом, для того, чтобы дойти до понятия о труде, мы должны получить такое видоизменение закона борьбы за существование, где количество энергии, заключающейся в каких-либо произведениях природы, систематически и потому с успехом увеличивалось бы при одновременном сохранении этой энергии от рассеяния или расхищения естественными врагами этого произведения природы.

Отсюда мы видим, что не только движения животных вообще еще не представляют собой вид труда, но и более сложные действия их едва ли могут быть отнесены к этой категории. Так, например, деятельность паука, плетущего свою паутину, еще не есть труд, так как деятельность эта не ведет ни к какому увеличению энергии, ни к какому сохранению ее от рассеяния в мировое пространство. Паук, поймав насекомое и насытившись им, рассеивает тем не менее полученную этим путем энергию бесполезнейшим образом, в смысле увеличения общего энергийного бюджета земной поверхности. Подобное же рассуждение мы должны применить и к довольно сложным и хитрым приспособлениям муравья-льва для ловли насекомых и тому подобным фактам.

После этого, однако, нас могут спросить, трудится ли человек, живущий исключительно охотой и рыбной ловлей? На это мы должны ответить, что, действительно, человек, занимающийся исключительно охотой и рыбной ловлей, не трудится. Мы приходим к такому заключению, потому что такой человек несколько не прибавляет к энергийному бюджету земной поверхности, и для величины этого

бюджета было бы совершенно безразлично, если бы превратимая энергия, поглощенная человеком, оставалась бы по-прежнему в теле дичи или рыбы, послужившими ему пищей. Тем не менее в действительности охота и рыбная ловля по большей части все-таки должны считаться трудом, так как нам очень трудно представить себе такое состояние человека, где бы он только добывал пищу и ел, как дикое животное. Уже на самой ранней ступени развития человека энергия, добытая в пище, хотя отчасти переходит в такую механическую и психическую работу, которая, как, например, изготовление оружия, постройка жилищ, приручение животных и т. п., должна быть причислена к разряду работ, увеличивающих сбережение энергии, или к разряду полезного труда. Но не только у первобытного человека, но и у многих животных мы должны признать способность к труду, и притом не только у домашних животных, но и у диких, помимо вмешательства человека. Мы не знаем, правда, таких случаев, где бы животные систематически возделывали какие-либо растения и таким образом прямо бы увеличивали часть сберегаемой солнечной энергии, но зато мы знаем такие примеры, где животные некоторыми действиями своими способствуют систематически, хотя, может быть, и не вполне сознательно, лучшему развитию тех растений, которыми они питаются. Сюда относятся, например, **шмели**, без которых, говорят, цветы красного клевера не оплодотворяются. **Пчелы** также часто оплодотворяют растения, которыми они питаются, перенося пыль с тычинок на рыльца. Некоторые общественные животные, например муравьи, доходят до того, что содержат в качестве домашних животных один вид травяной вши, кормят ее, воспитывают ее личинки, охраняют от врагов и других вредных влияний и затем пользуются

выделяемым травяными вшами соком. Муравьи воздвигают для этой цели подземные постройки, прорывают сообщения с отдаленными местами и вообще совершают целый ряд работ, имеющих непосредственным результатом увеличение запаса питательного материала, накапливаемого в теле травяных вшей. Так как этим путем лишняя часть сбереженной растениями потенциальной энергии систематически превращается в теле муравьев в высшую форму кинетической механической работы, то, несомненно, действия муравьев, направленные на то, чтобы придать этой энергии в виде травяных вшей форму, уподобляемую для более подвижного животного, муравьев, должны быть причислены к категории труда. Но этого мало. У **муравьев** существует даже разделение труда. Одни из них роют землю, другие лепят ее, третьи строят, четвертые собирают запасы, пятые охотятся, шестые высасывают сок из цветов, седьмые воспитывают домашних животных или занимаются разведением невольников ⁴¹.

Переходя к высшим животным, например **птицам**, мы видим и у них целый ряд действий, близко подходящих к выраженному нами понятию о труде. На первом месте стоит здесь усовершенствование в способе постройки гнезд. Так, например, по известному наблюдению рауанского ученого **Пуше**⁴², **ласточки** на его глазах в течение сорока лет изменили способ постройки своих гнезд, принаравливаясь к изменившимся обстоятельствам их жизни.

⁴¹ **НОВЕЙШИЕ НАБЛЮДЕНИЯ ЛЁББОКА ПРИВЕЛИ ЕГО К ЗАКЛЮЧЕНИЮ, ЧТО ТРУД НЕКОТОРЫХ МУРАВЬЕВ МОЖЕТ БЫТЬ ПРИЗНАН ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКИМ. СМ. REVUE SCIENTIFIQUE, 1878, № 25, СТР. 544.**

⁴² **СМ. ESPINAS, SOCIETES ANIMALES. PARIS. 1877, СТР. 43, 215 И ДР.**

В Северной Америке гнезда **балтимор** различно устроены и вымощены различными материалами, смотря по климату, местности и т. д. Дикие **кабаны** в Бенгалии срезывают своими клыками стебли трав длиной от 1 метра до 1,25 метра и строят из них огромные шалаши с коридором, снабженным отверстиями, служащими для осматривания окрестностей. **Шимпанзе** строят на высоких деревьях гнезда, снабженные крышей, в виде зонтика. Постройки **бобра** на Одонтаре представляют собой нечто среднее между землянкой и хижинкой. Они заключают, кроме свода, еще жилую комнату и кладовую⁴³. Нам легко было бы привести еще много примеров труда у животных, особенно по отношению к постройке жилищ. Несомненно, что постройка их имеет результатом сбережение части превратимой энергии животного от рассеяния. В этом смысле постройка жилищ у животных преследует те же цели и достигает в общем тех же результатов, что и у человека. Действительно, с чисто количественной точки зрения высшая температура жилища животного есть такое же сбережение запаса энергии, как и то сбережение, которое появилось бы, если бы животное могло, подобно человеку, возделывать ниву или развести сад. С другой стороны, однако, сбереженная в жилище животного энергия не играет вполне той роли, что у человека, потому что из тела дикого животного она по большей части рассеется в пространство бесполезно, между тем как сбереженная жилищем в теле человека энергия может быть употреблена на полезный труд. Жилище домашних животных, очевидно, играет одинаковую роль с жилищем человека.

⁴³ ESPINAS, L. C., СТР. 273 и 289.

В первобытной человеческой жизни труд, если наше определение его будет принято, не составляет еще очень важного элемента. Действительно, пока человек существовал среди других животных, подчиняясь общим законам борьбы за существование, получая от внешней природы, без всякого со своей стороны воздействия, все, что ему было нужно для удовлетворения его потребностей, — до тех пор человек не видоизменял сколько-нибудь заметным образом величину энергетического бюджета земной поверхности. Мы остановимся немного на этом фазисе человеческого развития для того, чтобы показать, что мускульную работу не следует смешивать с полезным трудом. В действительности, дикарь, питающийся исключительно охотой в первобытных лесах или рыбной ловлей в реках и на берегу озера, не обладающий еще почти никаким оружием, никакими усовершенствованными приборами, вероятно, не меньше вынужден напрягать свои мышцы, чем нынешний хлебопашец. Дикарь работал много, но работа его почти не была полезным трудом в нашем смысле слова, потому что дикарь очень мало увеличивал запас превратимой энергии на земной поверхности. Напротив, рабочий, управляющий паровым плугом или жатвенной машиной, ничтожно мало напрягает свои мышцы в сравнении с полезностью своего труда, в смысле увеличения общего запаса энергии. Таким образом, мы видим, что страшные мышечные усилия в первобытном человечестве соответствовали весьма небольшому количеству полезного труда, между тем как при усовершенствованном машинном хозяйстве сравнительно небольшая мышечная работа выражается в значительных размерах произведенного ими полезного труда.

Мы не будем останавливаться на постройке жилищ

первобытным человеком, так как сюда приложимо сказанное о постройке жилищ животными. Гораздо заметнее становится доля полезного труда в изготовлении оружия, лодок, рыболовных снастей и других инструментов, потому что этим путем явно сберегается часть энергии, рассеиваемой человеком при постройке жилищ, выделке одежды, охоте, рыбной ловле и пр. Благодаря этому сбережению энергии у человека мог появиться первый необходимый для него досуг и запас сил, которые и были употреблены им на труд, полезный еще непосредственное, то есть на такой, который имел результатом сбережение лишнего количества солнечной энергии на земной поверхности. Первым трудом такого рода было приручение домашних животных, разведение и охранение стад, систематическое истребление хищных животных и т. п. Этими действиями первоначальное равновесие, установившееся под влиянием борьбы за существование в энергийном обмене земной поверхности, было нарушено, хотя в начале, правда, и не в самом выгодном смысле для общего увеличения энергийного бюджета. Конечно, разведение и охрана стад вместе с истреблением хищных животных, несомненно, увеличивают до известной степени количество высших форм энергии, выражающихся отчасти в механической работе многочисленных домашних животных, отчасти же в скорейшем размножении самих людей. Но это увеличение происходит лишь за счет дальнейшего превращения солнечной энергии, уже сбереженной растениями, и потому запас этот скоро оказывается недостаточным. Пастбища уже не могут прокармливать слишком многочисленные стада кочевых народов. Это легко становится понятным, когда мы примем во внимание, что труд разведения домашних животных только способствует переходу сбереженной растениями

энергии в высшую форму, но сам по себе еще не сопровождается сбережением новых, лишних количеств солнечной энергии. Тем не менее роль кочевой жизни и скотоводства в развитии труда в высшей степени благотворна. Изобилие домашних животных, обеспечив людей на некоторое время от крайней нужды, дало им досуг, предприимчивость и развитие, необходимые для успешного совершения тех многочисленных наблюдений и более или менее удачных опытов, которые предшествовали всеобщему распространению земледелия.

Здесь только в первый раз мы встречаемся с трудом такого рода, где справедливость нашего определения труда, уже не скрываемая разными побочными обстоятельствами, ясно выступает на первый план. Десятина земли среди дикой степи или первобытного леса без вмешательства человека производит из года в год известное только количество питательного материала; человек прилагает к ней свой труд, и сейчас же производительность десятины возрастает в десять, двадцать и более раз. Конечно, человек не создает материю, не создает он и энергию. Материя уже находилась сполна в нашей десятине земли, в посеянном зерне, в атмосфере; энергия вся сполна получилась от Солнца, и не в большем количестве, чем прежде. Но благодаря приложению человеческого труда десятина земли могла сберечь в материи покрывающей ее растительности в десять или двадцать раз более энергии, чем прежде. Пусть не говорят, что энергия эта уже была сбережена в нашей десятине, что человек только способствовал ее истощению. Это совершенно несправедливо потому, что земледелие истощает почву только тогда, когда оно ведется неблагоприятно, хищническим образом. Напротив, при усовершенствованном хозяйстве земля дает наибольшие урожаи именно там, где земледелие

существует уже очень давно, например в Англии, Франции, Ломбардии, Египте, Китае, Японии и пр. Вот почему мы считаем себя вправе сказать, что правильное земледелие есть наилучший представитель полезного труда, т. е. работы, увеличивающей сбережение солнечной энергии на земной поверхности.

Глава VI

ПРОИСХОЖДЕНИЕ СПОСОБНОСТИ К РАБОТЕ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА

Начав с распределения энергии в мировом пространстве и на земной поверхности, мы дошли до труда человека, как до деятеля, участвующего в этом распределении.

Но мы пока еще ничего не сказали о происхождении способности к труду в организме, а это совершенно необходимо не только для дальнейшего частного рассмотрения роли труда в общественной жизни, но даже и для ясного понимания основного факта, что труд может увеличивать превратимую энергию на земной поверхности. Откуда берется в организме энергия, необходимая для совершения действий, которые мы называем трудом? Какими аппаратами производятся эти действия? Какими побочными явлениями они сопровождаются?

На первый вопрос мы можем ответить, зная, что вся механическая работа в организме животных имеет началом энергию, сбереженную в пище в форме химического сродства, которое, насыщаясь в теле человека химическим сродством вдыхаемого им кислорода, переходит в теплоту, а часть последней в свою очередь превращается в механическую работу. С первого же взгляда понятно, что только часть теплоты может подвергнуться такому превращению.

Во-первых, как мы знаем, никогда теплота, энергия, мало превратимая, не может целиком превратиться в

механическую работу, энергию высшего порядка. Во-вторых, теплота, вырабатываемая в организме человека, кроме внешней механической работы, идет еще на внутреннюю: кровообращение, движение кишок и пр., на поддержку постоянной температуры, испарение воды и т. д. Поэтому неудивительно, что только небольшая часть ее может непосредственно обратиться во внешнюю механическую работу или в труд, если эта внешняя работа будет иметь результатом увеличение энергии на земной поверхности.

Один из самых первых и самых важных опытов, показывающих превращение теплоты человеческого организма в работу, был произведен **Гирном**, и на нем мы остановимся немного далее.

Гирн брал деревянный ящик, герметически закрытый, во внутренность которого можно было смотреть через несколько застекленных и плотно замазанных отверстий. В ящике мог свободно поместиться человек, над которым производился опыт, не прикасаясь телом к стенкам ящика. Воздух, нужный для дыхания, доставлялся трубкой, снабженной краном, а газы, выдыхаемые человеком, также выводились из ящика трубкой. При первом опыте человек находился в покое, при дальнейших — он посредством особого механизма производил столько времени, сколько было нужно, движения поднятия на лестницу и опускания с нее. Механизм был устроен следующим образом:

В нижней части ящика было помещено колесо, вращавшееся вокруг оси, которая выходила наружу из ящика и там посредством кожаного паса приводилась в движение. Во время движения колеса человек, подвергнутый опыту, держась руками за перекладину, прикрепленную в верхней части ящика, и упираясь ногами попеременно на дощечки, приделанные к

окружности колеса, должен постоянно производить движение, как будто бы он поднимался на лестницу, для того, чтобы сохранить точку опоры для своих ног. Таким образом, в известное время центр тяжести его тела проходил путь, равный пути, проходимому в то же время какой-либо точкой на окружности колеса. Если колесо вертится в противоположном направлении, то пациент вынужден постоянно сходить на нижнюю перекладину и, например, через час его центр тяжести как бы спускался на все пространство, пройденное окружностью колеса в противоположном направлении.

Количество тепла, образуемого пациентом, по отношению к равному весу вдохнутого кислорода, различно в этих трех различных случаях, т. е. при покое, восхождении на лестницу и опускании с нее. Различия как раз соответствуют предположениям механической энергии тепла. Конечно, следует брать количества тепла, соответствующие равным весам вдохнутого кислорода, потому что сравнивать абсолютные количества тепла, выделенные в трех различных состояниях, было бы совершенно неправильно, а нужно сравнить количества тепла, соответствующие равному дыхательному действию, т. е. равному количеству кислорода, введенного в организм. Измерение это было нетрудно произвести, так как воздух доставлялся через трубку, почерпавшую его из размеренного газометра, между тем как испорченные продукты выдыхания также уводились трубкой в газометр, размеренный подобно первому, и из которого брался воздух для производства анализа. Гирн определял только количество угольной кислоты, потому что количество водяных паров подвержено чересчур большим колебаниям вследствие изменения гигрометрического состояния внутри ящика. Измерение количества тепла в каждом случае

начиналось только тогда, когда термометр, поставленный внутри ящика, показывал постоянную температуру. Пациент в каждое данное время выделял в таком случае ровно столько тепла, сколько терялось через сумму следующих трех причин:

- ❖ Лучеиспускание ящика.
- ❖ Прикосновение внешнего воздуха.
- ❖ Тепло, увлекаемое движением внешнего воздуха.

Влияние последней причины определялось путем прохождения газов через змеевик калориметра, который имел первоначально температуру окружающего воздуха, и затем калориметрическим измерением обыкновенными способами. Остальные две потери приблизительно исчислялись путем замены человека горелкой Бунзена, которую соразмеряли таким образом, чтобы температура ящика оставалась та же, что была и в присутствии человека. Измерения количества газа, сожженного при таких обстоятельствах в данное время, давали возможность вычислить сумму потери через первые две причины, за вычетом, конечно, теплоты, унесенной продуктами горения газа.

Цифры, приведенные Гирном, ясно показывают, что результаты опытов совершенно согласны с предположениями теории. Из них следует:

1. что во время работы происходит значительное увеличение дыхательной деятельности;
2. что при равной дыхательной деятельности (равном весе вдохнутого кислорода) выделение тепла менее при работе, чем в состоянии покоя.

НА КАЖДЫЙ ГРАММ ВДОХНУТОГО КИСЛОРОДА ВЫДЕЛЯЛОСЬ ТЕПЛОТЫ ВО ВРЕМЯ ПОКОЯ ОТ 5,18 ДО 5,80 ТЕПЛОВЫХ ЕДИНИЦ, ВО ВРЕМЯ РАБОТЫ — ОТ 2,17 ДО 3,45.

Опыты эти дают очень важный результат, хотя он только может быть приблизительным, именно величину экономического эквивалента человеческой машины, т. е. величину процента тепла, превращенного в механическую работу. Величину эту **Гельмгольц** вывел из результатов, полученных Гирном, основываясь на некоторых предположениях, вообще принимаемых физиологами.

В состоянии покоя взрослый человек выделяет в течение часа средним числом такое количество тепла, которое, переведенное целиком в работу, представляет собой механическую работу, необходимую для поднятия его тела на высоту **540** метров. По замечательному совпадению **540** метров есть как раз та высота, на которую человек без особого труда может подняться в течение часа, всходя на гору, не представляющую особых препятствий, т. е. в условиях, подобных которым находился пациент Гирна. Но, возвращаясь к его опытам, из чисел, приведенных Гирном, видно, что при такой работе дыхательная деятельность была усилена в пять раз против величины ее в состоянии покоя.

Отсюда непосредственно следует, что $1/5$ и есть величина экономического коэффициента человеческой машины.

Должно казаться весьма замечательным, что тело человека, рассматриваемое как термическая машина, представляет такой высокий экономический коэффициент, тем более если принять во внимание, в каких тесных пределах температуры, давления и пр.

человек вынужден работать. Эта необыкновенная способность к превращению низшей энергии в высшую встречается в некоторых органах человеческого тела в еще большей мере, например в некоторых мышцах внутри тела. **Гельмгольц** нашел, что, принимая во внимание давление крови в артериях, сердце в один час, употребляя для поднятия самого себя энергию, идущую на движение крови, поднялось бы на **6670** метров. Самые сильные локомотивы, употребляемые, например, для поднятия поездов на крутых скалах Тироля, не могут поднять свой собственный вес в один час выше **825** метров. Следовательно, как машины они в 8 раз слабее мышечного аппарата вроде сердца⁴⁴ .

Откуда же берется такой запас энергии в организме человека и каким образом он распределяется? Так как человек питается почти исключительно веществами, заключающими в себе много свободного химического сродства, и притом вдыхает соответствующее своей пище количество кислорода, то понятно, что при действительном соединении питательного материала с кислородом должно освобождаться много тепла, часть которого переводится и в способность к механическому движению. Количество тепла, производимого в теле человека этими процессами, можно приблизительно рассчитать, зная количество тепла, выделяемое при сгорании разными веществами, употребляемыми человеком в пищу. Так, например, 1 грамм белковины дает при полном сгорании **4,998** единиц тепла, при сгорании до степени мочевины — **4,263**. Один грамм говядины, освобожденный от хлора, при полном сгорании — **5,103** единиц тепла, до степени мочевины — **4,368**;

⁴⁴ VERDET. THEORIE MECANIQUE DE LA CHALEUR. PARIS. 1868. Т. II, стр. 246 и след.

один грамм говяжьего жира — **9,069** единиц тепла⁴⁵. Углеводы также дают при сгорании количества тепла, близко подходящие к величинам, даваемым белковиной. В организме не все тепло сохраняется в неизменном виде; оно превращается отчасти в электричество, у некоторых животных даже в свет (светляки, светящиеся мухи) и у всех животных в механическую работу. Есть приблизительный расчет для определения того, сколько из общей теплоты человеческого организма расходуется теми разными путями, которыми человек теряет свою теплоту. Расчет этот сделан в том предположении, что в конце концов все потери энергии организма переходят в тепло. Из общего количества тепла **1%—2%** идет на потерю тепла испражнениями (мочей и калом), от **4%—8%** на потерю дыханием, от **20%—30%** на потерю испарением воды, а остальные **60%—75%** на лучеиспускание и механическую работу⁴⁶. Мы видели, что в механическую работу, т. е. собственно мышечную, при не слишком усиленном труде превращается около **20%** образующегося тепла. При некоторых обстоятельствах величина эта может быть и более.

Упомянем только вкратце остальные движения, происходящие в человеческом организме, и остановимся затем на мышечной работе и отчасти на психических отправлениях. Электрические явления, происходящие в мышечной и нервной системе, не обнаруживаются, по всей вероятности, вне человеческого тела, иначе как превратившись в теплоту (за исключением ничтожно слабых токов

⁴⁵HERMANN. GRUNDRISS DER PHYSIOLOGIE. 6-Е ИЗДАНИЕ. 1878, СТР. 211.

⁴⁶HERMANN, L. С., СТР. 215.

поверхности тела); поэтому мы можем оставить их здесь без дальнейшего рассмотрения. Это относится и к проявлениям движений, совершающихся в организме помимо работы гладких и поперечно-полосатых мышц, а именно: 1) движение сократимых клеток, 2) мерцательного эпителия, 3) зооспермий, 4) почти незаметных движений, сопровождающих рост, развитие и пр.⁴⁷. Все эти движения по их незначительности не могут быть в настоящее время приняты нами во внимание.

«Мышечное движение составляет главное отправление животной жизни, и, следовательно, мышечная система есть центр явлений, обнаруживаемых живыми существами»⁴⁸. Казалось бы, прибавляет **Марей** к этим словам **Кл. Бернара**, что мышечные отправления должны разделить такое первенствующее положение с ощущением, не менее важным свойством организма. Но эта способность ощущать обнаруживается наблюдателю только посредством двигательной реакции, ею вызываемой. Каким образом биолог узнает, что он произвел ощущение у животного? Только через движение, явившееся последствием ощущения. Без движения, его обнаружившего, ощущение осталось бы вполне субъективным и почти всегда ускользало бы от исследования путем опыта⁴⁹. Слова эти получают для нас большую важность при рассмотрении отношений, существующих между психическими функциями и

⁴⁷ HERMANN, L. C., СТР. 212—213.

⁴⁸ CL. BERNARD. LECONS SUR LES PROPRIETES DES TISSUS VIVANTS, P. 157.

⁴⁹ MAREY. DU MOUVEMENT DANS LES FONCTIONS DE LA VIE. PARIS. 1878, СТР. 205.

мышечным движением и вообще при вопросе о нервном труде.

Обратимся же теперь к аппарату, посредством которого в человеческом организме совершается механическая работа, т. е. к мышцам. Мы должны предположить известными читателю их морфологическое строение и химический состав, по крайней мере в общих чертах, и перейти непосредственно к самому производству механической работы в мышце. Более частный механизм мышечного сокращения состоит, по-видимому, в образовании на каждом первичном волоконец небольшого припухания, совершающегося за счет длины этого волокнца. Укорочение всех волоконцев, т. е. всего мускула, производит двигательную силу мышцы. Утолщение занимает только небольшую часть длины каждого волокнца, но оно подвигается по каждому из них, перемещаясь наподобие волны, бегущей по поверхности воды. Когда эта волна пробежала по всей длине мышцы, она исчезает, и мышца принимает свою первоначальную длину⁵⁰. При сокращении мышца становится не только короче, но и немного меньше в объеме, и упругость ее уменьшается⁵¹. Мышца во время своего сокращения обнаруживает всем известную силу, которую можно измерить, привешивая к мышце определенную тяжесть, заставляя ее затем сокращаться и отмечая посредством миографа высоту поднятия тяжести при сокращении мышцы. Таким образом, максимум работы одного грамма мышцы лягушки найден равным 3,324 до 5,760 граммаметров. Обыкновенно же определяют силу мышцы наибольшей силой сокращения, которую она может дать при

⁵⁰ МАГЕУ, 1. с.. стр.. 219.

⁵¹ ROSENTHAL. LES NERFS ET LES MUSCLES. PARIS, 1878, стр. 41—42

сильнейшем раздражении. Для квадратного сантиметра поперечного сечения мышцы лягушки эта сила выражается весом в **2800** до **3000** граммов, а для квадратного сантиметра человеческой мышцы около **6000** до **8000** граммов⁵². Сравнительная мышечная сила птиц и насекомых больше силы человека⁵³. На основании этих данных уже можно было приблизительно вычислить количество работы, могущей быть доставленной человеком и домашними животными. Обыкновенно это количество приравнивают к работе, доставляемой паровыми машинами, причем за единицу принята паровая лошадиная сила, или **75** килограмметров в секунду. Работу человека обыкновенно оценивают в **0,1** паровой лошадиной силы, но такая оценка относится только к общей работе человека. В отдельных случаях, например, поднимая собственное свое тело на руках, человек на короткое время может обнаружить работу, равную работе паровой лошади или даже ее превосходящую⁵⁴.

Чтобы ближе ознакомиться с источником механической работы, даваемой мышцами, нам нужно обратиться к физическим и химическим явлениям, сопровождающим сокращение мышц. Уже **Беклар**⁵⁵ нашел, что температура двуглавой мышцы руки человека возвышается во время сокращения. Далее **Гейденгайн** при помощи весьма чувствительного

⁵² HERMANN, 1. с., стр. 245.

⁵³ MAREY. LA MACHINE ANIMALE. PARIS, 1873, стр. 66.

⁵⁴ MAREY. LA MACHINE ANIMALE, стр. 71.

⁵⁵ ARCHIVES GENERALES DE MEDECINE. 1861, JANVIER—MAI.

термоэлектрического аппарата нашел, что при столбняке температура мышцы лягушки возвышается на $0,15^{\circ}$, а при отдельных сокращениях—от $0,001^{\circ}$ до $0,005^{\circ}$. Позже **Навалихин** пришел к следующему очень важному положению: количество теплоты, образующейся в мышце, возвышается быстрее, чем увеличивается произведенная работа. При сокращении со значительными тяжестями отделение тепла происходит не только во время сокращения, но и во время расслабления мышцы⁵⁶. Все эти факты указывают на то, что при сокращении мышц часть превратимой энергии их не переходит в механическую работу, а превращается в теплоту, т. е. рассеивается. Работы Навали-хина прямо указывают на то, что при усиленной работе эта потеря энергии значительнее, чем при умеренной. Последние работы **Фика** и **Гартенека**⁵⁷ вполне подтверждают эти данные. Так, между прочим, эти исследователи нашли:

1. Количество совершенной в мышце во время сокращения химической работы зависит не только от силы раздражения, но и от напряжения мышцы. Количество произведенного тепла увеличивается, если во время самого сокращения увеличивается привешенная тяжесть.

2. Химическая работа, необходимая для производства механического эффекта, должна быть тем больше, чем большая сила сопротивляется сокращению мышцы,

⁵⁶ HERMANN, L. C., СТР. 250.

⁵⁷ PFLUGERS ARCHIV. 1878. XIV, СТР. 59.

3. Общее количество тепла, образованное во время одного сокращения, вычислено равным 3,1 микрокалорий. По другому расчету найдено, что если горючее вещество мышцы есть углеводов, то во время одного сокращения со значительной тяжестью его сгорает не более 0,0008 миллиграмма.

4. При энергичном сокращении количество совершившейся химической работы приблизительно в четыре раза превышает величину совершенной механической работы. Когда сопротивление слабо, тогда механическая работа представляет собой меньшую долю химической.

Что касается химических процессов, то во время сокращения мышцы в ней замечается следующее:

1) Мышца образует углекислоту. Это видно уже из опытов Гирна, так как работающий человек в этом случае выдыхал в 5 раз более углекислоты, чем в покое. По исследованиям Э. Смита⁵⁸, выдыхание углекислоты при усиленной работе может в 10 и 12 раз превосходить нормальное. На вырезанной мышце выделение углекислоты при работе было также непосредственно доказано.

2) Мышца во время сокращения потребляет больше кислорода. Также и весь организм во время работы потребляет более кислорода, хотя, по-видимому, и не в такой мере, как увеличивается образование угольной кислоты.

3) Мышца делается при работе кислой: в ней накапливается молочная кислота.

⁵⁸ E. SMITH. DIE NAHRUNGSMITTEL, 1873.

4) Мышца по своему химическому составу изменяется от деятельности в таком направлении, что водный экстракт ее уменьшается, а алкогольный увеличивается ⁵⁹.

Вся сумма этих явлений в работающей мышце сводится на распадение химических соединений, сопровождающихся насыщением более сильного сродства и освобождением известного количества энергии, принимающей форму механической работы. Какие именно вещества при этом распадаются и какие образуются — в точности неизвестно. Прежде принимали, что работа мышц совершается главным образом за счет азотистых веществ, т. е. белковины и т. п. Но в последнее время пришли к совершенно противоположному заключению. При умеренной работе количество выделенной мочевины не растет, между тем как количество выдыхаемой углекислоты бывает уже очень увеличено. Только при очень усиленной работе там, где можно предположить разрушение некоторых мышечных волоконцев, замечается возрастание выделяемой мочевины. Вследствие этого теперь думают, что работа совершается за счет безазотистой пищи, а азотистая идет только на возбуждение самого мышечного аппарата и других содержащих азот частей тела и, может быть, на нервную работу.

Мы не будем здесь рассматривать аналогии, существующие между сокращением мышц и окоченением их, и не будем останавливаться на гипотетической роли **миозина**, то свертывающегося, то опять растворяющегося, так как эти вопросы в

⁵⁹ HERMANN, L. C., СТР. 260—261.

данном случае слишком специальны и, кроме того, еще не привели ни к каким обобщениям, которые могли бы быть приняты с достаточной вероятностью. Желая ближе ознакомиться с этими предметами указываем особенно на работы **Гейденгайна, Фика, Германа, Йог. Ранке** и др.

Если так мало достоверного известно о физических и химических явлениях, сопровождающих мышечную деятельность, то еще далеко менее мы знаем о психических процессах и их отношении к общему энергетическому бюджету нашего организма. Все, что до сих пор известно на этот счет, сводится приблизительно к следующему: психическая деятельность так же, как и мышечная, сопровождается образованием тепла, именно в нервных клетках⁶⁰. Выделение фосфорных солей при ней увеличивается⁶¹; обмен азотистых веществ, по-видимому, также увеличивается. Кроме того, психическая деятельность, утомляя человека, делает его не только менее способным к продолжению умственной работы, но ослабляет также его способность к мышечной деятельности. В свою очередь и мышечная работа обнаруживает подобное же влияние не только по отношению к мышечной же деятельности, но и по отношению к психической работе.

⁶⁰ SCHIFF. ARCHIVES DE PHYSIOLOGIE. T. II., 1870.

⁶¹ BYASSON. JOURNAL DE PHARMACIE, 1867.

Глава VII

ЧЕЛОВЕК КАК ТЕРМИЧЕСКАЯ МАШИНА

Мы старались изложить возможно сжато и останавливаясь только на фактах, достаточно проверенных наукой, биологические основы происхождения способности к механической работе в теле человека.

Припомнив то, что мы говорили о термических машинах, мы увидим, что нам совершенно возможно приложить это понятие и к организму человека. Нам только следует вспомнить здесь, что под словами **«термическая машина»** вовсе не нужно подразумевать только такую машину, которая работает при высокой температуре упругостью паров, а напротив, всякую машину, имеющую способность превращать часть низшей, менее превратимой энергии, в высшую, наиболее превратимую, т. е. в механическую работу. В этом смысле электромагнитная машина будет точно так же термическая или, лучше сказать, энергетическая машина, как и паровая. То же самое относится и к человеческому организму. Некоторые физики, например **Джоуль**⁶², находят, что животный организм имеет более аналогии с электромагнитной машиной, чем с паровой.

⁶² ТЭТ, Л. С., СТР. 138.

Конечно, при сравнении работающего человека с какой-либо термической машиной сейчас же оказывается большая сложность человеческого организма. Машина получает источник для своей деятельности одним каким-либо определенным способом, т. е. сжиганием топлива или химическими процессами, совершающимися в гальванических батареях. Работа машины совершается также приблизительно в одном каком-либо направлении. Совсем иное происходит у человека. Правда, и у него пища составляет вместе с дыханием почти единственный источник энергии, но для сохранения энергии у него употреблен целый ряд способов, применяемых или чисто инстинктивно, как удовлетворение потребностей, или преднамеренно, под видом воспитания, обучения и т. п. В действительности, например, одежда и жилище, удовлетворяющие человеческим потребностям в защите от излишних потерь тепла, так же точно ведут к сбережению и выгоднейшему распределению энергии в теле человека, как, например, обучение ведет к выгоднейшему потреблению энергии во время работы.

Вторая, еще более важная разница, существующая между человеком и любой термической машиной, заключается в разнообразии работы человека. Не говоря уже о психических функциях, самые механические движения человека по своей многочисленности едва ли могут быть превзойдены каким-либо механическим аппаратом. Это разнообразие и многочисленность движений и дает человеческому труду при его потреблении возможность одновременно производить в предметах все те перестановки, которыми обуславливается сбережение лишних количеств энергии, например, совершать всю длинную серию земледельческих работ

и т. п. Этим разнообразием движений одной и той же машины человеческого организма и обуславливается сравнительно громадная производительность человеческого труда. Вопрос этот получит, впрочем, всю свою важность при рассмотрении фактов, касающихся потребления труда; теперь же, пока мы говорим о происхождении способности к труду, сумма разнообразных движений человека подчинена тем же законам, что и однообразная работа паровой или какой-либо другой машины.

Возвращаясь к происхождению энергии у человека, нам нельзя не упомянуть здесь же о необходимости удовлетворения некоторых **ПСИХИЧЕСКИХ** потребностей, которые также должны быть включены в бюджет энергии, потребляемой человеком. Понятно, что чем выше развитие человека, тем большее место в его бюджете занимают психические потребности.

Как относятся частные величины энергии, необходимой для удовлетворения разных сторон человеческой жизни, к общей величине энергии, доставляемой пищей, еще не удалось определить до настоящего времени. Мы поэтому прибегаем к косвенному способу определения, правда, очень неточному, но пока достаточному для наших целей, так как мы не имеем смелости придавать нашему вычислению большое значение с точки зрения его точности и вообще приводим числовые величины только примерно, для большей наглядности в выражении наших положений. Мы хотим указать на тот факт, что в большей части цивилизованных стран люди, не нуждающиеся, но и не богатые, тратят на пищу около половины своих доходов. Жилища, одежда, удовлетворение психических потребностей составляют вместе вторую половину их издержек. Отсюда мы, с некоторым вероятием, можем высчитать, что если

экономический эквивалент человеческого организма, рассчитанный по количеству его пищи или вдыхаемого кислорода, равен $1/5$, то, приняв во внимание все источники энергии, потребляемой людьми для производства в себе способности к механической и психической работе, этот эквивалент должно понизить до $1/10$, особенно если принять во внимание, что часть своей жизни человек проводит непроизводительно, например в детстве, старости или болезни и т. п. Повторяем еще раз, мы не придаем этой цифре никакой особенной важности и принимаем ее только как довольно вероятную, для удобства расчета.

Итак, приняв, что человеческий организм есть термическая машина с экономическим эквивалентом, равным $1/10$, посмотрим, при каких обстоятельствах поддерживается людская жизнь на Земле. В первые времена после своего появления на нашей планете человек еще ничего не прибавлял к существовавшему на земной поверхности запасу превратимой энергии. Мы должны полагать, следовательно, что он жил исключительно за счет запасов, которые он застал сбереженными. Действительно, человек охотился за зверями и птицами, ловил рыбу, отыскивал плоды на деревьях, всем этим питался и не доставлял взамен никакой работы, т. е. рассеивал энергию в пространство. Если бы человек не достиг высшего развития, чем другие хищные животные, то он или был бы потреблен другими животными, или удержался бы на Земле в числе, соответствующем действию общего закона борьбы за существование. Но мы видели, что под влиянием некоторых обстоятельств, главным образом, под влиянием выгодного устройства мозга и передних конечностей, человек начал тратить механическую энергию, накопившуюся в его организме, на особые действия, имевшие последствием увеличение запаса энергии, существующей на земной

поверхности. С тех пор существование, размножение, развитие людей были обеспечены. Человек уже не был связан количеством энергии, находящейся в запасе, он мог его увеличивать по желанию, для своего потребления. Увеличивал ли он его сразу в действительности или продолжал больше потреблять накопленные запасы, это вопрос другого рода. Конечно, в каждой местности при начале человеческой жизни истребление лесов, избиение диких животных, вылавливание рыбы превышало прибыль энергии путем земледелия и скотоводства, но через несколько времени оба действия уравнивались, а при дальнейшем размножении людей прибыль энергии через земледелие всегда начинает преобладать над ее рассеянием. Действительно, в настоящее время из **1300** миллионов людей, живущих на Земле, едва ли **100** миллионов еще питаются охотой, рыбной ловлей или исключительно скотоводством, то есть средствами, доставляемыми землей почти без вмешательства труда человеческого. Остальные **1200** миллионов людей вынуждены ежегодно задерживать на земной поверхности путем земледелия большее количество превратимой солнечной энергии, чем бы задержалось без их участия. Если бы разом погибла вся цивилизация и приблизительно **1000** миллионов земледельцев, находящихся на земном шаре, то, конечно, остальные **300** миллионов человек не могли бы пропитаться одними естественными произведениями и умерли бы хоть частью от голода, если бы не взялись сами за земледелие. Отсюда прямо следует, что **1000** миллионов людей (примерно) ежегодно увеличивают своим трудом количество превратимой энергии Солнца на земной поверхности в таком размере, в каком это необходимо для удовлетворения потребностей всех людей, которые уже не могут довольствоваться естественными

произведениями земного шара. Мы для простоты рассуждения не принимаем здесь во внимание добывающей промышленности, например каменноугольные копи, горные заводы и пр. Они, конечно, не представляют собой непосредственную задержку солнечной энергии, но в данном случае это не составляет разницы, потому что добываемая при этом энергия была недействительна на земной поверхности.

Предполагая экономический эквивалент этой рабочей человеческой машины, т. е. всего человечества, равным $1/10$, мы видим, что механическая работа людей имеет способность превратить в высшую форму, годную для удовлетворения потребностей человека, количество энергии, в десять раз превышающее его собственную величину, одним словом, труд при своем потреблении сберегает энергии в десять раз более, чем он сам заключает, и именно столько, сколько нужно для того, чтобы получить в высшей форме механической энергии такое же количество, какое было потреблено. Продолжая нашу аналогию с термической машиной, мы видим, что в этом случае как раз исполняется требование Сади Карно, чтобы работа возвращала теплоту при своем потреблении от холодильника к паровику. В человечестве это действительно совершается. Человеческий труд возвращает людям в форме пищи, одежды, жилищ, удовлетворения психических потребностей всю ту сумму энергии, которая была потреблена на его производство. Отсюда мы имеем право заключить, что работающая машина, называемая человечеством, удовлетворяет требованиям, поставленным **Сади Карно** для совершенной машины.

Но тут нам необходимо оговориться. Если бы людей в настоящее время поставить лицом к лицу с солнечной энергией и неорганическим миром, то при нынешних

условиях производства они не могли бы свести концы с концами. Не могли бы пока просто потому, что не умеют еще готовить питательные вещества непосредственно, действием солнечной энергии на неорганические вещества. Следовательно, теперь люди еще тесно связаны с остальными организмами или, по крайности, с растениями. Таким образом, в настоящую минуту можно назвать совершенной машиной не одно человечество, но человечество, взятое вместе со всем его хозяйством, то есть нивами, стадами, машинами и пр. К этому мы должны еще прибавить, что, приняв, будто труд человека сберегает теперь в десять раз большее количество солнечной энергии — при помощи растений, домашних животных, машин, — мы все-таки сделали предположение довольно произвольное, потому что оно означало бы, что потребности всех людей удовлетворяются в достаточной степени, чего, конечно, нет на самом деле. Если бы количество сбереженной энергии всегда соответствовало всем потребностям всех людей, тогда, конечно, не было бы на Земле ни нужды, ни стеснения.

Глава VIII

ТРУД КАК СРЕДСТВО УДОВЛЕТВОРЕНИЯ ПОТРЕБНОСТЕЙ

Та степень, в которой удовлетворяются потребности наличным количеством сбереженной энергии, находится в зависимости от нескольких факторов, которые мы и должны рассмотреть в отдельности. Главными из них являются: запас превратимой энергии на земной поверхности, число людей, величина их потребностей, производительность их труда, т. е. способность его увеличивать количество сбереженной энергии.

Мы уже рассматривали распределение энергии на земной поверхности во время появления на ней человека и пришли к тому заключению, что сбережение и рассеяние ее к тому времени пришли приблизительно к равновесию. Еще ранее, когда животная жизнь не достигла высокого развития, может быть, под влиянием чересчур значительного содержания углекислоты в атмосфере, вследствие преобладания растительной жизни, произошло довольно значительное накопление энергии; но так как эта запасная энергия лежала под землей в виде каменного угля, то ни животные, ни первобытные люди не могли ею пользоваться; она как бы не принадлежала земной поверхности и не входила в ежегодный бюджет органической жизни, ее покрывающей.

Количество этой жизни находилось в прямом отношении с количеством солнечной энергии, сберегаемой в данное время живущими растениями. В сумме можно сказать, что и тогда животная жизнь до известной степени отставала от растительной, т. е. не рассеивала всей энергии, сберегаемой растениями. Причина этому понятна. И теперь еще часть восстановленного вещества сберегается в лесах, на больших болотах, в виде толстых слоев полуперегнившего листа, торфа и тому подобных продуктов, не потребляемых животными. Растения, не служащие животным в пищу или, по крайности, не гибнущие от этого, должны были выживать при борьбе за существование, и потому всегда должен был сохраняться некоторый запас растительной жизни, ее избыток над жизнью животной. Этим запасом человек, как только сумел, тотчас же воспользовался таким способом, каким животные не могли им воспользоваться, т. е. не как пищей, а как материалом для постройки жилищ, для выделки орудий и оружия, как топливом и т. д.

Нам кажется очень важным факт существования запасов энергии в форме растений в момент появления человека на земной поверхности, потому что запас этот очень облегчил человеку победу в борьбе за существование с дикими животными, более сильными, чем он, и добывавшими благодаря своей силе и быстроте пищу с большей легкостью, нежели человек. Умение пользоваться огнем, т. е. опять-таки солнечной энергией, сберегаемой растениями, оказало весьма значительную помощь человеку при одержании первых и самых трудных его побед.

Таким образом, если человек одержал эти победы, находясь еще на очень низкой ступени развития и не обладая физическими преимуществами многих животных, то это, главным образом, потому, что и

тогда уже запас энергии, находившейся в распоряжении человека, был больше, чем у самых сильных из диких зверей. Животные могли противопоставить человеку в борьбе только энергию своего собственного тела, поддерживаемую пищей, добытой с немалым трудом, при всеобщей конкуренции. Человек, более слабый от природы, шел против них с целым запасом орудий, правда, еще очень первобытных, но представлявших в сумме больший запас живой силы, чем могучие мышцы пещерного медведя или острые когти королевского тигра. Таким образом, если человек в первые времена своего существования еще не увеличивал общего количества энергии на земной поверхности, то есть еще не трудился полезно, сообразно нашему определению, то он все-таки сумел очень скоро поставить за счет найденных запасов свой энергетический бюджет на гораздо высшую норму, чем у сильнейших животных, и это обстоятельство решило борьбу в его пользу.

Способность более или менее легко побеждать всех своих врагов дала человеку возможность жить охотой и рыбной ловлей, т. е. пользоваться самым непосредственным образом энергией, накопленной в животных, но и рассеивать ее так же почти бесполезно, как и они. О пользовании другими родами потенциальной и кинетической энергии, например силой падающей воды, движением ветров, о добывании каменного угля и т. п. в то время не могло еще быть и речи. Сведя к одному все влияние человеческой работы в то время, мы видим, что оно ограничивается небольшими перераспределениями небольших запасов энергии, вращавшейся на самой поверхности земли в органическом мире. Работа человека тогда не доходила не только до увеличения общего количества этой энергии, но даже и до пользования многими запасами живой силы,

представлявшимися готовыми под видом водных течений, ветров или сбережений растительной жизни прежних периодов.

Понятно, что при таком неэкономном способе пользования запасами энергии, предоставлявшейся людям, общее количество; ее, находившееся в их распоряжении, было крайне невелико. Так как мы знаем, что число живущих людей находится в прямой зависимости от этого количества энергии, то понятно, что и оно не могло достигать значительной цифры. Действительно, мы видим, что племена охотничьи и даже те, которые живут исключительно скотоводством, никогда не бывают очень многочисленны. Обыкновенно только после начала земледелия, т. е. после превращения большей части механической работы в полезный труд на увеличение количества энергии, обращаемой на Земле, начинается и быстрое размножение населения.

Для того, чтобы понять влияние полезного труда на такое увеличение энергии, а следовательно, и на размножение человечества, мы должны, ознакомившись ближе с понятием о труде, с его специальным характером удовлетворения потребностей, перейти затем к рассмотрению различных родов труда и показать, как прилагается к ним данное нами определение полезного труда, т. е. какое влияние различные роды труда имеют на распределение энергии.

До какой степени неудобно без применения методов современного естествознания определить характер труда, видно из сопоставления трех следующих изречений о труде, найденных нами в одном большом

энциклопедическом словаре ⁶³: «**Кэнэ** сказал: труд непроизводителен. Адам **Смит** — один труд производителен. **Сэ** — труд производителен, естественные агенты производительны и капиталы производительны».

Как примирить подобные противоречия? Очевидно, тут должен быть спор о словах, принятых в различном значении. Действительно, **Адам Смит** говорит: *«Годичный труд нации есть первичный фонд, составляющий для годового потребления все вещи, необходимые и удобные для жизни; все эти вещи составляют всегда непосредственный продукт этого труда или куплены у других наций за этот продукт»*. **Сисмонди** прибавляет к этому изречению Смита в примечании: *«Мы исповедуем вместе с Адамом Смитом, что труд есть единственный источник богатства, что сбережение есть единственный способ его накопления, но мы прибавляем, что потребление есть единственная цель этого накопления и что национальное богатство растет только с национальным потреблением»* ⁶⁴.

В свою очередь **Кэнэ** говорит следующее: *«Вы должны были заметить в рассуждениях, о которых вы говорите, что дело не касается подобного производства, то есть простого производства форм, которые ремесленники придают веществу, которое они обрабатывают, но **реального** производства богатства: я говорю реального производства, потому что я не хочу отрицать, что есть прибавка богатства*

⁶³ Dictionnaire Encyclopédique du XIX-me siècle, Article Travail.

⁶⁴ ADAM SMITH. RECHERCHES SUR LA NATURE ET LES CAUSES DE LA RICHESSE DES NATIONS. COLLECTION DES PRINCIPAUX ECONOMISTES. T. V, CTP. 1.

к сырому материалу произведений ремесленников, так как труд действительно увеличивает ценность сырого материала их произведений» и даже «нужно отличать простое сложение богатств от их производства» ⁶⁵.

Мы в настоящее время можем свести эти противоречия к тому, что, конечно, труд не производит вещества, и потому вся производительность его может заключаться только в присоединении чего-то, также не созданного трудом, к веществу. Это «что-то» есть, по нашему мнению, превратимая энергия. С другой стороны, мы видим, что единственное средство, которым человек может в каком-либо случае увеличить количество превратимой энергии, есть приложение своего труда, то есть потребление в этом случае накопленной в нем механической энергии. Поэтому Кэнэ прав, говоря, что труд не производит **реального богатства**, потому что труд не создает вещества. Но точно так же прав и Смит, потому что то, что нам нужно во всяком богатстве, удовлетворение наших потребностей посредством потребления предварительно сбереженной энергии, совершается **только трудом**.

Не нужно забывать, однако, что, и помимо труда, земная поверхность всегда накапливает известные запасы энергии, которые могут быть потреблены человеком. Но уже старые экономисты понимали, что эти запасы ничтожны сравнительно с теми, которые доставляются трудом; так, например, **Джеймс Стюарт** говорит: *«Естественные произведения земли, будучи доставляемы землей лишь в небольшом количестве и*

⁶⁵ QUESNAY. DIALOGUE SUR LES TRAVAUX DES ARTISANS. COLLECTION DES PRINCIPAUX ECONOMISTES. PHYSIOCRATES II, СТР. 187—188.

совершенно независимо от человека, напоминают собой небольшую сумму денег, которая дается молодому человеку с тем, чтобы поставить его на жизненную дорогу и дать ему возможность начать какое-либо промышленное предприятие, при помощи которого он должен постараться сделать сам свое собственное счастье»⁶⁶.

Таким образом, со всех сторон нам подтверждают, что естественные произведения земли не в состоянии удовлетворить всех потребностей человеческого рода. Для того, чтобы удовлетворить их, нужно увеличить количество этих произведений. Средством для этого служит полезный труд. Итак, непосредственная цель всякого труда есть удовлетворение потребностей. Под потребностью мы понимаем сознание необходимого органического стремления к известному обмену энергии между организмом человека и внешней природой. Почему же эти обмены необходимы и для кого они необходимы? На это мы ответим, что они необходимы потому, что в борьбе различных стремлений они оказались самыми сильными и потому сохранились, между тем как другие не успели развиться. Они необходимы для размножения и развития человека, потому что, если бы эти стремления были для него вредны, то они, взяв верх над другими стремлениями, погубили бы возможность размножения, развития и даже самого существования человечества. Так, принимая, что потребность есть стремление известных количеств энергий организма и внешней природы к взаимным обменам, мы сейчас же видим, что труд есть то проявление энергии

⁶⁶ JAMES STUART. PRINCIPLES OF POLITIC. ECON. EDIT. DUBLIN. T. I, СТР. 116. ЦИТИРОВАН У МАРКСА. КАПИТАЛ, СТР. 122.

человеческого организма, посредством которого он добывает те количества энергии, которых без его вмешательства недостает в природе для обменов, нужных человеку. Действительно, мы увидим сейчас, что некоторые потребности удовлетворяются без вмешательства труда человека, т. е. находят в природе всегда готовыми запасы необходимой энергии; другие, напротив, могут удовлетворяться лишь при том условии, когда человек своим трудом создает эти запасы. Подвергнем беглому рассмотрению ряд потребностей, причем будем держаться классификации потребностей, принятой **Летурно** в его «**Физиологии страстей**» ⁶⁷.

Вот основы этой классификации:

- | | | |
|---|---|---|
| 1. Потребность питания | { | <i>Потребность
— кровообращения.

— дыхания.

— пищеварения.</i> |
| 2. Потребность щущения | { | <i>Потребность
наслаждения.

— упражнения
специальных органов
чувств.</i> |
| 3. Потребности мозговые
в собственном смысле
слова | { | <i>Потребности
аффективные.

— интеллектуальные.</i> |

⁶⁷ LETOURNEAU. PHYSIOLOGIE DES PASSIONS. 2-ME EDITION. PARIS. 1878, СТР. 7.

Мы не будем здесь говорить о том, как выражаются различные потребности в нашем сознании, а остановимся только на том, каким образом они удовлетворяются. Мы видим, что потребности первого отдела, т. е. питания, удовлетворяются отчасти без труда со стороны-человека, отчасти же требуют с его стороны увеличения запаса энергии в окружающей природе.

Потребность кровообращения обыкновенно удовлетворяется самим организмом человека, без всякого участия с его стороны, и в таком смысле не требует от него никакого труда. Понятно, что сокращение сердца, совершающееся бессознательно и непроизвольно, не может быть отнесено к категории труда. Но могут представиться обстоятельства, где кровообращение в каком-либо органе задержано. Это бывает тогда, когда орган этот подвергся какому-либо продолжительному давлению, например, если рука человека перевязана веревкой или ущемлена в каком-либо неловком положении, — тогда для удовлетворения потребности кровообращения необходима со стороны человека известная механическая работа, которая будет полезным трудом во всяком таком случае, где она увеличивает количество превратимой энергии организма или предохраняет ее от рассеяния. Значительная доля труда врачей и хирургов должна быть отнесена к удовлетворению потребности организма в нормальном кровообращении.

Подобным же образом мы можем рассуждать о потребности дыхания. В обыкновенное время природа доставляет человеку почти неограниченное количество свежего воздуха, и, следовательно, запас энергии, необходимой для удовлетворения

дыхательной потребности человека, вообще не нуждается в своем увеличении посредством труда человека. Но когда много людей вынуждено жить в замкнутом пространстве тогда запас чистого воздуха недостаточен для удовлетворения всей потребности дыхания, и люди, своим трудом устраивая вентиляцию, вынуждены увеличивать запас необходимой энергии в виде чистого воздуха, удовлетворяющего человеческую потребность в дыхании. В этом случае устройство вентиляции есть полезный труд, потому что этим действием достигается увеличение общей суммы превратимой энергии в виде улучшения здоровья людей или же, по крайней мере, получается сбережение превратимой энергии при сохранении людей от удушья. Таким образом, и тут, как в первом случае потребность в дыхании удовлетворяется или непосредственно обменом энергии, предлагаемой природой, или ее увеличением, добытым трудом человека.

Еще более преобладает труд над естественным предложением природы при удовлетворении потребности пищеварения. Мы уже указывали на то, что число людей, питающихся теперь непосредственно произведениями природы, не очень значительно. Даже те, которые живут охотой и рыбной ловлей, вынуждены работать, т. е. увеличивать в значительной степени обмен энергии, для того, чтобы добыть запасы ее, необходимые для удовлетворения их потребности в пище. Все люди, питающиеся произведениями земледелия и скотоводства, при нынешних условиях удовлетворяют свою потребность в пище почти исключительно за счет энергии Солнца, введенной в обмен на поверхности Земли трудом человека. В сумме, значит, и эта потребность удовлетворяется отчасти предложением энергии, находящейся уже в обмене на

Земле, но гораздо в значительнейшей степени ее увеличением посредством труда.

Потребность к наслаждениям, начиная от самых грубых и переходя к самым утонченным, например к наслаждению музыкой, живописью и т. д., все в большей мере требует труда для своего удовлетворения. Между полудикими чукчами, с наслаждением поедающими гнилую рыбу, выброшенную морем на берег, и восьмилетним Гайдном, работавшим по 16 часов в день на своем старом фортепиано и чувствовавшим себя вполне счастливым, различие, конечно, весьма велико. Но все оно помещается в границах между количеством энергии, доставляемой природой для обменов с организмом человека, и тем количеством, которое человек посредством своего труда вводит в обмен. Других источников, кроме солнечной энергии, задержанной теми растениями, которыми питались рыбы, выброшенные полугнилыми на берег моря, и той солнечной энергии, которая была сбережена в нервных клетках и мышечных волокнах Гайдна, не участвовало ни при грубом удовлетворении потребности наслаждения дикаря, ни в восторгах будущего композитора.

Потребность в упражнении специальных чувств, по нашему мнению, вполне подходит к рассмотренным уже нами физиологическим потребностям, с одной стороны, и к потребностям наслаждения, с другой. Нужно, впрочем, заметить, что потребности эти, т. е. зрение, осязание, обоняние и пр., в весьма значительной мере удовлетворяются теми обменами энергии, которые существуют в природе, а насколько человек своим трудом принимает участие в их удовлетворении, они скорее могут быть отнесены к потребностям в наслаждении.

Мы не можем здесь с достаточной подробностью заняться нравственными и умственными потребностями. Но и здесь мы видим ясно, что другого способа удовлетворения для них нет, кроме обмена энергии, или уже существующей на земной поверхности, или же введенной в ее бюджет деятельностью человека. Чем выше развитие человека, чем сложнее его нравственная и умственная жизнь, тем более труда он вынужден посвящать ее удовлетворению. Возьмем как пример нравственной потребности чувство сочувствия, и мы увидим, что в первые эпохи существования человека оно почти не влияло на количество труда; теперь же, не говоря о повсеместной, более или менее обширной организации благотворительности, чувство сочувствия играет весьма важную роль даже в некоторых социально-политических движениях, и вообще количество труда, им вызываемое, стало очень значительно.

То же мы можем сказать о потребности научного знания, которую мы возьмем как пример потребности умственной. Удовлетворение этой стороны человеческой жизни, не вызывавшее никакого труда у первобытного человека, ведет теперь к постройке университетов с их лабораториями, к организации научных экспедиций и вообще к целому ряду действий, обуславливающих значительное потребление труда.

Из этого беглого обзора удовлетворения человеческих потребностей мы видим, что, чем дальше идет развитие человечества, тем большее участие в их удовлетворении принимает труд. Таким образом, количество труда и обуславливаемое им увеличение обмена энергии на земной поверхности должны постоянно возрастать не только потому, что число людей возрастает, но также и потому, что энергичный бюджет каждого человека растет. Таким образом, если,

например, в настоящее время отношение механической работы каждого человека к его энергетическому бюджету равно $1/10$, то у первобытного человека это отношение могло быть всего $1/6$, а при дальнейшем развитии людей может стать $1/12$ или еще более. Понятно, что для одинаковой степени удовлетворения всех потребностей труд человека в первобытные времена мог сберегать на земной поверхности, за исключением естественных произведений земли, всего в шесть раз большее количество солнечной энергии, чем он рассеивал сам при своем потреблении. Нынешний человек должен сберегать в десять раз больше, а в будущем, может быть, ему придется сберегать и в 12 или 15 раз больше. Но и этого мало. Первобытные люди, положим, в числе 100 миллионов человек, обладали тем же количеством получения солнечной энергии, если не большим, что и мы. Поэтому если выразить лишнее количество солнечной энергии, пускаемой в обмен трудом первобытного человека, числом 1, то теперешнее человечество для равноценного удовлетворения

потребностей должно сберегать в $\frac{1 \times 13 \times 10}{6} = 21,66$ раз

больше солнечной энергии, чем первобытный человек. В то время, когда число людей возрастет до 2000 миллионов, а экономический эквивалент упадет, положим, до $1/12$, то человечество должно будет задерживать в обмене относительно первобытного со-

стояния $\frac{1 \times 20 \times 12}{6} = 40$ раз более энергии. Таким

образом, если мы обозначим производительность человеческой рабочей машины в первобытную эпоху равной 1, то теперь эта производительность равна **21,66**, а со временем может стать равной **40** и выше. Сравнив рост населения с ростом производительности, мы видим, что при наших числах, как и на деле,

производительность растет быстрее. Следовательно: рабочая машина, называемая человечеством, становится не только больше, сильнее, но и совершеннее. Отсюда мы имеем право заключить, что рядом с увеличением потребностей и сопровождающим его падением экономического эквивалента идет увеличение производительности самого труда, т. е. благодаря различным усовершенствованиям меньшее количество превратимой энергии человеческого труда способно превращать большие количества низшей энергии в высшие формы, чем это делалось прежде. В следующих двух главах мы укажем на причины этого увеличения.

Глава IX

РАЗЛИЧНЫЕ РОДЫ ТРУДА И ИХ ОТНОШЕНИЕ К РАСПРЕДЕЛЕНИЮ ЭНЕРГИИ

Нам необходимо хотя бы кратко разобрать главные роды труда, и потому мы опять начнем с охоты и рыболовства.

Мы только отчасти признали за этими родами труда характер полезности, потому что они в сущности только изменяют направление обмена энергии на земной поверхности, но не увеличивают его количественно. Тем не менее на эти виды труда можно посмотреть и иначе. Несомненно, что психическая работа, совершающаяся в голове человека под влиянием хорошего питания, отличается от психической работы, совершавшейся у животных, доставлявших ему пищу. Мозговая работа человека может выразиться таким направлением его механической деятельности, которое имеет своим последствием вовлечение лишнего количества солнечной энергии в обмен на земной поверхности. Мы уже указали на результаты привлечения этих лишних количеств энергии, например в форме умения пользоваться огнем, деревянными орудиями и пр. Мы выразили притом мысль, что именно это лишнее количество энергии, вовлеченное в обмен человеком, и обусловило его победу над животными. Таким образом, труд, потраченный на охоту и рыболовство, хотя косвенно, но все-таки в весьма непродолжительном

времени, увеличил обмен энергии на земной поверхности и потому может быть причислен к категории полезного труда или вообще труда в истинном значении этого слова.

Рядом с охотой и рыбной ловлей шло изготовление оружия и орудий. Здесь отношение между сбережением или увеличением энергии и трудом уже гораздо яснее, чем при первобытном звероловстве или рыбной ловле без помощи всяких орудий. Действительно, самый простой каменный топор представляет громадное сбережение энергии, если сравнить количество затраты ее, нужной для того, чтобы свалить дерево при помощи хотя бы такого топора, вместо того, чтобы ломать его одной мышечной силой без помощи какого бы то ни было орудия. Но этого мало. При употреблении самого простого каменного топора человек мог рубить такие деревья, которые без помощи этого орудия вовсе не были бы срублены и запас энергии которых, значит, еще десятки или сотни лет не вошел бы в обмен, совершающийся на земной поверхности, или, по крайней мере, не вошел бы в распоряжение человечества. Таким образом, выделка каменного топора в первом случае повела к сбережению части мышечной силы работника, т. е. известного количества превратимой энергии; во втором же случае — к увеличению обмена превратимой энергии Солнца, сбереженной деревом в его веществе.

Не так непосредственно, как при изготовлении каменного топора, но все-таки с достаточной ясностью заметно сбережение или увеличение обмена энергии при изготовлении рыболовной сети. Мы можем припомнить здесь то же рассуждение, которое было приложено для дерева. Правда, может быть, рыбная ловля сетью требует не меньшего мышечного напряжения, чем ловля голыми руками, может быть,

даже немного и большего, но зато в других отношениях она представляет большее сбережение энергии. Так, например, сетью человек может поймать за один час столько рыбы, сколько едва ли поймает руками за десять часов. Предположив, что в обоих случаях он должен находиться в воде, потеря тепла в первом случае будет много раз меньше, чем во втором. Таким образом, выделка сети повела к значительному сбережению энергии. Увеличение обмена энергии при помощи рыболовной сети получается в том случае, если скудная пища людей заменяется обильной, и этим путем в них развивается способность к большей механической работе. Так как механическая работа человека относительно увеличения обмена энергии на земле играет более положительную роль, чем механическая работа рыбы, то и в этом случае, значит, получается непосредственное увеличение обмена энергии.

Подобное же рассуждение можно приложить и к первым, еще самым грубым гончарным изделиям, необходимым для приготовления пищи. Правда, долгое время существовало мнение, что сырое мясо и питательнее, и удобоваримее вареного, но в последнее время стали возвращаться к прежнему предпочтению вареного мяса. Мы здесь не делаем сравнения с жареным мясом, потому что люди, вероятно, научились жарить мясо еще до начала гончарного искусства. Что же касается вареного, то анализы показали, что оно содержит более белковины и менее воды при равном весе, чем сырое, следовательно, более питательно и, по всей вероятности, менее обременительно для желудка⁶⁸. То, что может быть спорным относительно

⁶⁸ См. АНАЛИЗЫ МЯСА НА РУССКОМ ПЕДАГОГИЧЕСКОМ ОТДЕЛЕ ПАРИЖСКОЙ ВСЕМИРНОЙ ВЫСТАВКИ.

мяса, принимается всеми для овощей, именно, что вареные овощи значительно удобоваримее сырых. Поэтому несомненно, что труд, потраченный на изготовление гончарных изделий, щедро вознаграждается сбережением превратимой энергии в организме человека и вовлечением в обмен новых количеств сбереженной растениями солнечной энергии, которая без его вмешательства, может быть, надолго задержалась бы вне обмена или рассеялась бы, например при гниении, большей частью непроизводительно.

После данных примеров, нам кажется, уже излишне останавливаться на влиянии, которое имело на обмене энергии изготовление оружия и разных первобытных орудий для домашнего обихода доисторического человека. Потому мы можем прямо перейти к выделке одежды и постройке жилищ.

Все предварительные работы, а их всегда немало, необходимые для подготовки материала, из которого делается одежда, сами по себе не увеличивают обмена энергии. То же можно сказать и о самом изготовлении одежды. В действительности же все-таки все эти работы должны быть названы полезным трудом, потому что конечная их цель — сберечь часть превратимой энергии, накопленной в человеческом теле, посредством защиты от холода, ветра, дождя и т. п. — может быть достигнута не иначе, как при помощи всех этих предварительных операций.

То же нужно сказать и про постройку жилищ. На первый взгляд могло бы показаться, что, например, постройка каменного дома сопряжена с рассеянием, а не со сбережением энергии. Человек тратит громадные количества механической работы, то есть рассеивает в пространство массу превратимой энергии, добывая из недр земли камни, необходимые для постройки. Камни

эти по большей части состоят из насыщенных веществ и не заключают в себе почти никакого запаса превратимой энергии. Тем не менее человек не ограничивается тратой механической работы на их добывание. Столько же, если не более, труда он тратит на придавание этим камням известной, определенной формы, получив которую, эти камни, тем не менее, ничуть не изменились в составе и по-прежнему не содержат в себе никакой сбереженной превратимой энергии. Но труд человека здесь еще не кончен. Он перевозит, а иногда перетаскивает, как, например, при постройке египетских дворцов и пирамид, эти громадные части будущих зданий и складывает их в определенном месте, предназначенном для постройки. До сих пор все еще только рассеивалась превратимая энергия без всякого вознаграждения. Она продолжает еще тратиться и в последующий фазис работы — во время возведения зданий. Наконец, постройка кончена, и человек, поселяясь в доме, потребовавшем такой затраты полезного труда, начинает без всякого со своей стороны усилия, в форме сбережения тепла в своем теле, в форме защиты, удобства и массы других выгод, получать с излишков вознаграждение за всю энергию, потерянную на постройку дома. Таков обыкновенный процесс труда. Человек тратит иногда целые годы свою механическую работу над веществами, не заключающими в себе почти никакого запаса превратимой энергии, и не превращает своим трудом непосредственно и самого незначительного количества низшей энергии в высшую. Тем не менее тратой своей энергии он в конце концов получает такую перестановку частей вещества, что сбережение энергии начинает совершаться само собой, или, по крайней мере, является удобная возможность сохранения от рассеяния той превратимой энергии,

которая уже существует в распоряжении человека в сбереженном виде.

Теперь пора нам коснуться рода труда, дающего такое преобладающее увеличение энергии, которое только и делает возможным долговременные затраты, предшествующие вознаграждению при других родах труда. Мы хотим говорить про земледелие или вообще про добывание пищи. Действительно, пища необходима человеку при всех обстоятельствах, и она только дает ему возможность предпринимать всякие другие работы, ведущие к общему увеличению энергетического обмена, т. е. к удовлетворению потребностей человека. По упомянутым уже выше причинам мы можем исключить из понятия о земледелии все непосредственное пользование продуктами земли, доставляемыми ею без участия человека. Под именем земледелия и его произведений мы будем понимать только затрату механической работы человека, непосредственно направленной на увеличение сбережения растениями солнечной энергии, и результаты этой затраты.

Действия людей, совершаемые с этой целью, подобно тому, как и при постройке дома, состоят из целого ряда трат энергии, вознаграждаемых лишь в конце, при потреблении пищи. Не входя еще в рассмотрение труда, необходимого для приготовления земледельческих орудий, мы начнем с обработки земли. Так точно, как камни, из которых построен дом, почва, над которой трудится земледелец, состоит из веществ, химическое сродство которых большей частью уже насыщено, температура которых низка, которые вообще содержат очень малый запас превратимой энергии. Вся механическая работа человека, идущая на разрыхление почвы, не прибавляет ей несколько энергии; она только

способствует прониканию в нее солнечных лучей и воздуха.

При постройке жилища человек затрачивал только запас энергии, накопившейся в его членах. При земледелии он вынужден делать более. Он вынужден бросить в землю уже готовый запас энергии в форме семян, лишиться себя пользования этим запасом почти на целый год. Мало того, он в большей части стран должен придать почве еще запас энергии в форме удобрения, т. е. в виде веществ, правда, уже негодных в пищу человеку, но заключающих еще некоторый запас превратимой энергии и потому годных еще для отопления (навоз) или для известных отраслей промышленности (химическое удобрение), или даже для корма домашних животных (зеленое удобрение). Только при помощи этих значительных затрат энергии растительная жизнь способна произвести то значительное сбережение солнечной энергии, ввести которое в обмен на земной поверхности есть непосредственная цель земледелия.

Все последующие земледельческие работы, а также обработка земледельческих продуктов опять требуют новых затрат труда со стороны человека. Уборка, перевозка хлеба, молотья, молотье зерна, печение хлеба — все эти действия сами по себе не только не сберегают превратимую энергию, не только не увеличивают количество ее, находящееся в обмене на земной поверхности, а, напротив, рассеивают ту энергию, которая накоплена в организме человека. Тем не менее в конце концов все эти траты вознаграждаются при потреблении того запаса превратимой энергии, которая накопилась в земледельческом продукте. Самым важным вопросом является в данном случае отношение, существующее между тем количеством, которое оказывается

сбереженным в сельскохозяйственном продукте. Принимая экономический эквивалент человека равным $1/10$, а количество всей механической работы, употребляемой на земледелие, равным $1/2$ всей вообще человеческой работы; зная затем, что весь запас превратимой энергии добывается человеком из пищи (кислород воздуха, как достающийся без особого труда, не входит в расчет), мы должны принять, что для возвращения человеку сполна всей энергий, потраченной на земледелие, сбережение солнечной энергии в сельскохозяйственном продукте должно превышать в 20 раз количество энергии механической работы человека, потраченной на земледелие.

Скотоводство при современных условиях так тесно связано с земледелием, что мы можем рассмотреть его тут же. Количество питательного материала, доставляемого человеку домашними животными, находится в прямой зависимости от количества растительной пищи, принимаемой домашними животными. В сущности, превращение ее в тело животных сопряжено с некоторой потерей через рассеяние энергии, так как не все количество растительной пищи, принятой животными, может превратиться в животную пищу, годную для человека. Тем не менее через большую удобоваримость и питательность, при равном весе, животной пищи происходит известного рода уравнивание. Кроме того, не следует упускать из виду, что домашний скот воспитывается человеком не только ради доставляемой им пищи, но также и с другими целями, например для получения шерсти, кожи, удобрения и пр. Но главная из таких целей — это пользование работой домашних животных как средством увеличения механической работы человека. Об этой последней цели скотоводства мы скажем подробнее, когда будем говорить об орудиях труда, о машинах и других

способах, придуманных человеком для увеличения количества механической работы, находящейся в его распоряжении.

Не так очевидно, как при земледелии, прилагается закон увеличения энергии при некоторых других родах труда. Тем не менее надеемся не встретить надобности в чересчур запутанных рассуждениях, чтобы и там увидеть полное его применение. Возьмем для примера горнозаводскую добывающую промышленность, за исключением каменноугольных и торфяных копей. Добывание железа представит нам одно из наиболее подходящих производств. Для того, чтобы вырыть шахты, извлечь руду, выплавить и привести железо в состояние, пригодное для выделки изделий, нужно затратить огромные количества механической работы, т. е. рассеять в пространство огромные количества превратимой энергии. Правда, при этом получается известный запас превратимой энергии в виде химического сродства металлического железа, освобожденного от соединенных с ним в руде веществ, насыщавших его сродство. Но освобождение этого сродства не было целью горнозаводской работы. Это сродство вовсе не будет входить полезным образом в ту роль, которую железо будет играть при увеличении энергийного бюджета человечества. Напротив, это сродство, способствуя образованию ржавчины, будет даже препятствовать железу в исполнении его полезной роли. Но, несмотря на то, весь труд, потраченный на добывание и выделку железа, все-таки вернется в виде сбереженной энергии человека, вследствие тех облегчений, уменьшений затрат, которые доставит ему железо, превратимое в орудия для работы, инструменты, машины и т. п.

Подобное же рассуждение мы можем приложить даже к добыванию золота. Конечно, оно никогда само по себе не возвратило бы энергию, потраченную на

него, если бы, помимо своего употребления, как плотный и неокисляющийся металл, оно не приобрело бы условного значения, как удобный меновой знак. Пока существуют нынешние экономические отношения, такой меновой знак, удобный для перевозки, прочный, неокисляющийся, — как золото, сберегает довольно много энергии, потратившейся бы без него в большем количестве при коммерческих операциях. Поэтому в настоящее время и труд, употребленный на добывание золота, может хоть отчасти быть назван полезным трудом, сберегающим превратимую энергию на земной поверхности.

Нам кажется необходимым остановиться еще немного на добывании каменного угля и торфа. В этом случае труд человека очень скоро вознаграждается переходом в его руки значительного количества превратимой энергии. Казалось бы, что это труд очень выгодный, гораздо выгоднее земледельческого, потому что человек легко может добыть количество энергии, заключенной в каменном угле, превышающее в теплоте и работе в 20 раз энергию, потраченную на ее добывание. Но, присмотревшись поближе к этому вопросу, мы увидим, что труд этот далеко не так выгоден, как кажется с первого взгляда. В некоторых случаях даже нелегко сказать, следует ли назвать добывание и потребление каменного угля полезным трудом или рассеянием энергии. Под последним словом мы понимаем такое потребление энергии, которое в результате не возвращается в виде сбережения, а безвозвратно рассеивается в пространство. Не следует забывать, что залежи каменного угля и торфа — это уже готовые, накопленные запасы солнечной энергии, которые при нерасчетливом добывании часто слишком нерасчетливо и потребляются, не давая ни при отоплении, ни при работе в машинах всего того сбережения в энергии, которое они могли бы дать. Не

следует забывать также, что каменный уголь есть запас солнечной энергии, собранный за громадный период времени, и что, потребляя его в большом количестве, мы вводим в наш бюджет случайно собравшиеся доходы прежних годов, а расчет ведем так, как будто мы действительно сводим концы с концами. Если бы мы посредством того труда, который идет на добывание каменного угля, умели фиксировать ежегодно такое количество солнечной энергии на земной поверхности, которое равняется энергии добытого угля, тогда, действительно, весь этот труд мог бы считаться полезным; теперь же со справедливым страхом смотрят на эксплуатацию горючего материала, которая ведется на таких основаниях, что за исключением еще мало распространенного правильного лесоразведения не заключает в себе обеспечения для возможности постоянного продолжения этой эксплуатации. Вообще нужно сказать, что, пока люди не найдут двигателя для своих машин, который бы обеспечивал их на более долгое время без страха скорого истощения, до тех пор все расчеты суммы технической работы, находящейся в распоряжении человечества, должны считаться ложными, так как запас энергии, поддерживающий эту работу, может со временем прекратить свое существование.

Тем не менее, указав на эту сторону вопроса о потреблении каменного угля, мы должны заметить, что потребность в нем так неизбежна, запасы его еще так велики и возможность новых изобретений до их истощения так вероятна, что люди не могут поступать иначе, как до сих пор поступали, т. е. стараясь, по возможности, увеличить добыванием угля свой запас превратимой энергии.

Мы думаем, что после приведенных примеров нам уже не нужно более останавливаться на других случаях добывающей и обрабатывающей промышленности. Все предприятия: ремесла, мануфактуры, фабрики, занимающиеся изготовлением предметов, потребляемых или для одежды, жилищ, питания, или для устройства путей сообщения, осушения болот, канализации городов и пр., — все они потребляют известное количество превратимой энергии в виде механической работы человека, но все они посредственно или непосредственно возвращают это потребление с избытком посредством увеличения обмена энергии или посредством доставления человеку возможности сберегать часть его энергии и употреблять ее с большей выгодой на какие-либо новые производства.

Нам остается еще рассмотреть те роды труда, которые, будучи сопряжены с тратой энергии, отчасти в форме механической работы, отчасти в форме нервной, никогда не возвращают непосредственно человечеству потраченную на них энергию, в форме сбережения солнечной энергии, и тем не менее должны быть названы полезными родами труда. Мы говорим о тех родах непроизводительного, но все-таки полезного труда, анализ и классификация которых с большой ясностью сделаны **Миллем** в его «Политической экономии» ⁶⁹.

Мы не остановимся для подробного рассмотрения различных родов этого труда, а возьмем только два примера из области умственного труда и из области художества, стараясь при этом выбрать их так, чтобы производительность этого труда, в смысле

⁶⁹ Милль. Политическая экономия. Т. I, стр. 52—68.

непосредственного приращения энергии, была бы наименее заметна, т. е. работа таких людей, которые в течение всей своей жизни не производят ни малейшей материальной полезности.

Примером умственного труда возьмем учителя элементарной школы, который всю свою жизнь ограничивался преподаванием и не оставил после себя ни одной напечатанной строчки. Тем не менее количество превратимой энергии, введенной им в бюджет человечества, может быть довольно значительно. Предположим, что, научив крестьян своей общины арифметике, учитель избавляет их от целого ряда мелких обманов и что общая сумма сбережения этого составляет **500** рублей в год. Сумма эта в руках людей, обыкновенно пользующихся невежеством крестьян, т. е. волостного начальства, сборщиков податей, мелких торговцев и деревенских кулаков, неминуемо уходит большей частью на питье водки, так как только этим путем, т. е. взаимными угощениями, поддерживается солидарность эксплуататоров. Научившись считать, крестьяне не так легко дают себя обмануть, и им удается сберечь эти **500** рублей под влиянием развития, полученного от учителя. Они покупают за эти деньги **5** лишних пар волов, которые в хозяйстве крестьянской общины составляют значительное приращение рабочей силы. Этими волами можно вспахать, по крайней мере, **60** лишних десятин в год или, если лишней земли не имеется, то значительно улучшить обработку не менее **120** десятин, результатом чего, непременно, как в том, так и в другом случае, явится увеличение урожая, т. е. увеличение в бюджете сбереженной людьми солнечной энергии. Конечно, нельзя всю эту прибыль приписать труду учителя, потому что, несомненно, труд крестьян, учившихся арифметике, и труд крестьян, работавших пятью лишними парами волов, участвовал в сбережении

избытка энергии; но, с другой стороны, очевидно, невозможно и труд учителя исключить из участия в производстве этого сбережения. Отсюда видно, что цепь рассуждений, приводящих к доказательству полезности, в данном нами смысле этого слова, труда учителя, ничуть не длиннее, а даже скорее короче цепи рассуждений, доказывающих то же самое для работника, ломающего камни с целью построить из них дом.

Примером полезного труда художника возьмем музыканта-исполнителя, в течение всей своей жизни не пошедшего далее удовлетворительного исполнения чужих произведений. Для того, чтобы объяснить в этом случае полезность его труда, нам необходимо возвратиться к принятой нами классификации потребностей. Объяснение этой полезности мы найдем при рассмотрении категорий потребности упражнения специальных органов чувств и потребности наслаждения. Со времени работ **Гельмгольца**⁷⁰ мы знаем, что известные звуки возбуждают к правильной деятельности органы, ощущающие звуки, другие, напротив, вызывают в них болезненные ощущения. Музыкальное искусство состоит именно в таком сочетании первых звуков или тонов, которое наименее утомляющим и через то наиболее приятным образом возбуждает деятельность органа слуха. Но мы знаем, что всякая правильная деятельность укрепляет органы, делает их сильнее и чувствительнее, возвышает, следовательно, обмен энергии, совершающийся при их помощи. Но этого мало. Органы чувств играют чрезвычайно важную роль в

⁷⁰ HELMHOLTZ. DIE LEHRE VON DEN TONEMPFINDEUNGEN. BRAUNSCHWEIG, 1862.

составлении суммы психической жизни человека. Правильное действие их делает жизнь эту богаче и приятнее, — напротив, несовершенство или болезненность в отправлениях специальных органов чувств делает психическую жизнь беднее и печальнее. Потребность в наслаждениях высшего рода только и развивается при известном совершенстве органов чувств, а эта потребность расширяет как требования материальной жизни, так особенно энергию и величину, если можно так выразиться, внутренней психической жизни. Таким образом, высшее развитие через упражнение специальных органов чувств, с одной стороны, расширяет потребности, для которых нужно лишнее сбережение энергии, но, с другой стороны, также возбуждает способности человека к более интенсивной и разносторонней деятельности, необходимой для добывания этих лишних количеств энергии. Мы здесь разом видим и полезные, и вредные стороны искусства. Пока искусство возбуждает человека к деятельности, дающей в результате прибыль в бюджет энергии, находящейся в распоряжении человечества, до тех пор оно остается полезным трудом. Но как только искусство возбуждает потребности, в размере иногда непосредственно вредном для организма или хотя бы и не вредном, но превышающем возможность удовлетворения без расстройства энергийного бюджета, рассчитанного на удовлетворение других, более настоятельных потребностей, тогда искусство перестает быть полезным трудом и становится предметом роскоши или, что то же, расхищением энергии. Таким образом, военная музыка, возбуждающая людей идти с усиленным стремлением на бойню и самоистребление, будет одним из выдающихся примеров расхищения энергии посредством искусства. Напротив, картина или драма, возбуждающая людей к лучшему пониманию высоких

идеалов личной и общественной жизни и к скорейшему осуществлению их на практике, будет одним из лучших примеров искусства, как полезного труда. Труд музыканта-исполнителя, даже посредственного, как отдых после работы, как развлечение и успокоение для чересчур возбужденной нервной системы, может, хотя и в менее значительной мере, также быть причисленным к категории полезного труда.

Глава X

ТРУД, НАПРАВЛЕННЫЙ НА ПРОИЗВОДСТВО МЕХАНИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Нам остается рассмотреть еще один род труда, который мы до сих пор не рассматривали, так как он отличается некоторыми особыми свойствами, — именно труд, имеющий непосредственным результатом увеличение механической работы и пользование этой работой. Сюда принадлежит работа домашних животных и машин.

Нам кажется излишним доказывать полезность, в нашем смысле слова, труда, направленного на воспитание рабочего скота, постройку машин и на работу скотом и при машинах. Само собой очевидно, что этот труд один из тех, которые наиболее непосредственно и в наивысшем размере дают прибыль в энергетическом бюджете.

Рассмотрим сначала работу домашних животных. Происхождение ее, очевидно, то же самое, что и происхождение механической работы человека, т. е. работа эта есть часть энергии той пищи, которую принимают в себя эти животные. Тем не менее для человека пользование работой животных представляет большие выгоды. Во-первых, рабочие животные питаются почти исключительно растительной пищей, большей частью не подвергаемой никакому особому приготовлению. Следовательно, при происхождении их рабочей силы нет тех потерь, ко-




торые неизбежны при переходе сбереженной растениями энергии Солнца в мясо животных, служащих пищей человеку, а также потерь, сопровождающих приготовление пищи. Во-вторых, экономический эквивалент большей части рабочих животных выше экономического эквивалента человека, потому что у животных путем упражнения и подбора может быть достигнуто такое развитие мышечной системы, которое было бы у человека уже несоразмерным с разносторонним развитием всех способностей. Кроме того, экономический эквивалент животных выше человеческого уже потому, что потребности, удовлетворяемые при уходе за домашними животными, ограничиваются почти только пищей и некоторой защитой от холода. В-третьих, наконец механическая работа людей по своей незначительной величине просто недостаточна для совершения всех необходимых действий. Последняя причина оказывается наиболее действительной в редконаселенных странах, производящих, главным образом, сырые продукты, т. е. в таких местах, где непосредственная, материальная производительность труда еще очень велика, например в Америке, Австралии, юго-восточной России и т. п. Во всех этих странах численность рабочего скота велика. Напротив, в Китае и Японии, где при густом населении сырой материал производится большей частью только для потребления внутри страны, там, несмотря на две другие вышеприведенные причины, выгоды содержания рабочего скота и количество его незначительны. Правда, зато и люди питаются в этих странах почти исключительно растительной пищей, и большинство имеет потребности, мало превышающие потребности домашних животных в более цивилизованных странах Европы.

Во всяком случае, однако, выгоды при распределении энергии, добываемые с помощью работы домашних животных, не могут быть очень велики уже потому, что экономический эквивалент рабочей скотины невелик, если принять во внимание все обстоятельства, сопровождающие ее работу. Так, например, **Мортон**⁷¹ рассчитывает, что один час работы паровой лошадиной силы стоит при работе паровой машины 3 пенса, а при работе лошадей 5½ пенса, т. е. почти вдвое, а между тем мы скоро увидим, что пар вовсе не есть очень выгодный двигатель. Кроме того, следует принять во внимание еще и тот очень важный факт, что домашние животные питаются приблизительно теми же веществами, которыми питается и человек, или что, во всяком случае, пространства земли, посвящаемые луговодству, могли бы при другой культуре доставлять пищу и человеку. Мы видим на примере Шотландии, что чересчур усиленное скотоводство имеет прямым последствием уменьшение сельского населения. Поэтому, несомненно, что если бы целью скотоводства было единственно желание получить больше механической работы, то огромное количество рабочего скота было бы в непродолжительном времени заменено машинами, но так как воспитание домашних животных совершается и ради других целей, т. е. для получения мяса, кожи, шерсти, удобрения и пр., то, конечно, в настоящее время вопрос этот и не может быть решен с такой простотой.

Обратимся теперь к труду, прилагаемому к увеличению механической работы при помощи машин. Мы уже говорили об изготовлении простых орудий и

⁷¹ ЦИТИРОВАН У МАРКСА. КАПИТАЛ, СТР. 330.

указали на сбережение энергии, получаемое при их помощи. Величина этого сбережения может быть рассчитана, так как к большей части простых орудий уже приложены законы механики, полученные для действия так называемых простых машин. Вопрос этот слишком специален для того, чтобы входить здесь в большие подробности, и потому мы непосредственно переходим к сложным машинам. *«Всякая развитая машина, — говорит Маркс⁷², — состоит из трех существенно различных частей:*

-  *двигательной машины,*
-  *передаточного механизма,*
-  *механического инструмента, или рабочей машины собственно.*

Двигательная машина действует как сила, приводящая в движение весь механизм. Она или сама порождает свою двигательную силу, как это мы видим в паровой машине, калорической машине, электромагнитной машине и пр., или она получает импульсы к движению извне, от какой-нибудь естественной силы. Как, например, мельничное колесо получает свое движение от силы падающей воды, крыло ветряной мельницы от удара ветра и пр. Передаточный механизм, состоящий из маховых колес, валов, зубчатых колес, эксцентриков, стержней, бесконечных цепей и ремней, разных промежуточных и прибавочных снарядов, — регулирует движение, изменяет, где нужно, его форму, превращая его, например, из перпендикулярного в круговое, переносит его и распределяет на различные части рабочей машины. Обе эти части механизма существуют только для того, чтобы сообщать рабочей машине то

⁷² КАПИТАЛ, СТР. 326.

движение, посредством которого она схватывает и целесообразно изменяет предмет труда. Из этой-то последней части машины, т. е. из рабочей машины собственно, исходит промышленная революция XVIII столетия. Да и в настоящее время каждый раз, когда ремесленное или мануфактурное производство переходит в производство машинное, исходной точкой такого превращения всегда служит эта часть машины».

Так как мы поставили в основу для определения значения всякого труда его отношение к распределению превратимой энергии на земной поверхности, то мы никак не можем согласиться с мнением Маркса о большей важности **рабочей машины** в сравнении с **двигателем**. Очень может быть, что Маркс прав, и что промышленная революция XVIII века была совершена изобретением инструментов для рабочих машин, а не применением пара, как обыкновенно думают, но в таком разе этот чисто случайный факт произошёл оттого, что ко времени применения пара эти инструменты рабочих машин ещё не были изобретены. Если бы они уже существовали в то время, то все-таки применение пара произвело бы немалый переворот в промышленности. В подтверждение нашего мнения приводим собственные слова Маркса: «Если мы всмотримся поближе в рабочую машину собственно, то мы откроем в ней, хотя нередко в очень измененной форме, те же самые аппараты и инструменты, которыми работает ремесленник или мануфактурный работник; но только они являются теперь не инструментами человека, а инструментами механизма или механическими инструментами»⁷³ .

⁷³ МАРКС, Л. С., СТР. 326.

Итак, **рабочей машине** мы можем приписать только сбережение энергии при работе, в том же смысле, как мы его приписываем нашим простейшим орудиям вроде ножа, топора, веретена и т. п. Совершенно иное значение имеют двигатели. Некоторые из них даются человеку совершенно даром, без всякого труда с его стороны и, кроме того, даже при потреблении своем не требуют почти никакой прибавки энергии со стороны человека. Вместе с тем эти последние двигатели отличаются необыкновенно высоким процентом доставляемой ими работы, потому что энергия находится в них уже в состоянии высшей, превратимой энергии. Мы говорим о двигателях природных, т. е. о силе ветра и падающей воды. Мы видели уже, что двигатели эти являются на земной поверхности без всякого участия органической жизни, не входят в круговорот ее и бесполезно уничтожаются, если человек не начнет извлекать из них пользу. Таким образом, весь труд, потраченный на устройство приспособлений для пользования силой ветра и воды, есть полезный труд в самом непосредственном смысле этого слова, так как он сейчас же вовлекает в бюджет человечества новые количества превратимой энергии. Этим путем энергия движущейся воды и ветра сохраняется от рассеяния, а при потреблении своем она в свою очередь привлекает к обмену новые количества солнечной энергии. Гораздо сложнее становится вопрос при употреблении паровых и других термических машин, а также электромагнитных и т. п. **Во-первых,** экономический эквивалент почти всех термических машин значительно ниже экономического эквивалента двигательной силы воды и воздуха, т. е. не более $1/6$ до $1/5$.

Во-вторых, действительный индустриальный эквивалент их еще менее теоретического экономического эквивалента, потому что в большей части случаев только часть тепла, даваемого очагом, действительно поглощается паровиком. Некоторые машины, например те, в которых источником тепла служит взрыв смеси газов, представляют в последнем отношении наибольшие выгоды. «В обыкновенных машинах, — говорит **Верде**⁷⁴, — количество тепла, которое паровик получает от очага, составляет только небольшую дробь всего тепла, доставляемого очагом; таким образом, выходит, что **индустриальный экономический эквивалент** составляет всегда только довольно малую дробь **теоретического экономического эквивалента**. Здесь (при взрыве смеси газов) дело совсем другое; все тепло, производимое горением, непосредственно потребляется с пользой в машине, и индустриальный Экономический эквивалент в точности равен теоретическому эквиваленту».

В действительности при смеси воздуха и окиси углерода работы получается всего 0,4, а при смеси воздуха с водородом — всего 0,3, потому что остальное все-таки рассеивается в виде тепла. Это рассеивание в виде тепла вместо превращения в работу значительного количества энергии в паровых машинах есть одна из причин их сравнительной невыгодности. Но гораздо важнее другие причины, указанные нами в то время, когда мы говорили о добывании каменного угля. Мы тогда уже указали на то, что при потреблении каменного угля расхищение энергии всегда идет рядом со сбережением, и это именно заставляет нас с

⁷⁴ VERDET. THEORIE MECANIQUE DE LA CHALEUR. T. II, СТР. 234.

опасением смотреть на все большее и большее распространение паровых машин. Кто имел случай наблюдать гибельное влияние паровых машин в такой местности, где нет каменного угля и путей сообщения для его подвоза, как это было до последнего времени в районе свеклосахарной промышленности в юго-западной России, тот невольно спросит себя, есть ли выделка сахара, при условии неизбежного и беспощадного истребления лесов, сбережение энергии, т. е. полезный труд, или же скорее рассеяние энергии в пространство, т. е. безрассудное хищничество?

Но даже и помимо таких крайних случаев, даже при значительных запасах каменного угля изобретение паровых машин далеко не может служить такой точкой, на которой человечество могло бы остановиться с некоторым успокоением. Напротив, если паровая машина не вполне выгодна даже в настоящем, то в сколько-нибудь отдаленном будущем деятельность ее вовсе не обеспечена. Очевидно, что людям от нее теперь отказаться нельзя, потому что минутные потребности их растут настолько быстро, что им невозможно отстраняться от их удовлетворения в видах сбережения для будущего. К тому же, сознательно или бессознательно, у всех существует в глубине души надежда, что при последней крайности явится какое-либо новое изобретение, которое все спасет или по крайности отсрочит беду на неопределенное время.

Мы не будем останавливаться на электромагнитных машинах, потому что, по-видимому, даже крайние приверженцы почти отложили надежды о замене ими как двигателем паровых машин. Нам хочется зато поговорить немного о другом изобретении. Мы, однако, хорошо помним знаменитые слова **Франклина**, *«что нельзя судить о новорожденном ребенке, будет ли он великим человеком или нет»*. Слова

эти были сказаны по поводу изобретения воздухоплавания, и до сих пор, по крайней мере, скептический смысл их оправдывается, потому что, несомненно, польза, извлекаемая из аэростатов, вовсе не соответствует блестящим надеждам, которые на них возлагали. Солнечная машина **Мушо**, о которой мы хотим говорить теперь, впрочем, кажется, и не возбуждает таких надежд, как в свое время возбуждали воздушные шары. Зато в теоретическом отношении для разбираемых нами вопросов она представляет очень большой интерес. Солнечное тепло применяется в качестве двигателя уже очень давно, но применение это до сих пор еще не могло быть приложено к промышленности. Один из самых интересных опытов в этом направлении был произведен **Соломоном де Ко** около **1616 года**. Его аппарат состоял из насоса, действовавшего, через нагревание солнечными лучами. Рисунки и описания этого прибора, как и многих других, находятся в книге Мушо⁷⁵. Уже в последние 20 лет этим предметом стал деятельно заниматься поселившийся в Америке шведский инженер **Эрикссон**. Построенных им машин, по-видимому, никто из европейских ученых не видал, и точных описаний их, кажется, не существует. Вот отрывок из письма Эриксона к его шведским соотечественникам: «Предполагая, что половина пространства квадратной шведской мили (около **10 000** десятин) будет занята постройками, дорогами и пр., остается еще **18000×36000=648 000 000** квадратных футов поверхности, на которой можно сосредоточить лучистое тепло солнца. Так как мои опыты над концентрирующими аппаратами показывают, что **100** квадратных футов более, чем достаточно, чтобы произвести лошадиную силу, отсюда следует, что можно

⁷⁵ А. MOUCHOT. LA CHALEUR SOLAIRE. PARIS, 1869, стр. 144.

привести в движение **64 800** паровых машин, в **100** сил каждая, посредством тепла, испускаемого солнцем на одну квадратную шведскую милю. Архимед после окончания расчета о силе рычага сказал, что он мог бы поднять мир. Я утверждаю, что сосредоточение солнечной лучистой теплоты произвело бы силу, способную остановить Землю в ее движении»⁷⁶ .

Что касается до солнечной машины Мушо, то русские читатели, вероятно, уже знакомы с этим изобретением, так как о нем уже не раз было писано в русских журналах. Уже в **1861** году **учителю физики турецкого лицея А. Мушо** удалось устроить машину, в которой двигателем является непосредственно теплота солнца. Из-за недостатка средств у изобретателя, усовершенствования прибора шли очень медленно, и только ко времени всемирной выставки **1878** года ему удалось устроить зеркало для отражения солнечных лучей, имеющее достаточную величину для того, чтобы можно было судить о рабочей силе аппарата. Вот в коротких словах описание машины, действовавшей в последние три месяца выставки. Посредством зеркала, имеющего вид внутренней поверхности усеченного конуса и величину поверхности около **20** квадратных метров, солнечные лучи собираются и падают на паровик, имеющий высоту (длину) **2,5** метра и весящий вместе с его принадлежностями **200** килограммов. Объем паровика равен **100** литрам; из них **70** для котла, а **30** для паровой камеры. Особого рода механизм позволяет направлять отверстие зеркала прямо против солнца во время его дневного движения. Паровая машина посредством передаточного механизма приводит в движение

⁷⁶ Мουσнот, Л. С., стр. 204.

различного рода приборы, совершающие работу. Кроме этой, самой большой из устроенных до сих пор солнечных машин, на выставке находилось еще несколько небольших, служащих для варения пищи и тому подобных хозяйственных целей.

Вот извлечение из отчета Мушо Парижской академии наук о действиях его машины⁷⁷: *«Имею честь представить на рассмотрение академии результаты моих опытов применения солнечной теплоты в промышленности, произведенных в течение всемирной выставки 1878 года. Из этих опытов одни имеют целью приготовление пищи, перегонку спиртов, другие — применение солнечного тепла в качестве двигательной силы».*

«Небольшие аппараты для варения пищи не переставали действовать во все время солнечной погоды. Зеркала менее 1/5 квадратного метра поверхности, устроенные с возможно большей правильностью, успевали изжарить 1/2 килограмма мяса в 22 минуты. Полтора часов было достаточно для изготовления навара, который требует четырех часов обыкновенного дровяного огня. Три четверти литра холодной воды закипели в полчаса, что составляет пользование 9,5 тепловыми единицами в минуту на каждый квадратный метр; результат этот весьма замечателен на широте Парижа».

«Солнечные аппараты для перегонки спиртов также дали прекрасные результаты. Снабженные зеркалами менее 1/2 метра в поперечнике, они доводили три литра вина до кипения в полчаса и доставляли водку чистую, нежного вкуса и свободную от всякого дурного

⁷⁷ COMPTES RENDUS, 30 СЕНТЯБРЯ, 1878 г.

запаха. Водка эта, вторично подвергнутая перегонке в том же аппарате, получала все свойства хорошего столового напитка».

«Моей главной целью было устроить для всемирной выставки 1878-года самое большое зеркало в мире и изучить его действия при солнце Парижа, в ожидании случая испытать его под более благоприятным небом. Благодаря помощи, оказанной мне в моем деле молодым и искусным техником г. Абелем Пифром, мне удалось, несмотря на неизбежные случайности при первом устройстве подобных аппаратов, установить окончательно 1 сентября солнечный собиратель, зеркало которого представляет отверстие около 20 квадратных метров. Этот собиратель действовал первый раз 2 сентября. В полчаса он довел 70 литров воды до кипения, и манометр, несмотря на некоторую потерю пара, показывал под конец шесть атмосфер давления».

«12 сентября, несмотря на появление нескольких облаков, давление в паровике возрастало еще быстрее. Пар допускал дополнение паровика посредством инъектора, без значительного ослабления давления».

«Наконец, 22 сентября при постоянном, хотя и слегка покрытом, солнечном освещении удалось довести давление до $6\frac{1}{2}$ атмосфер и, конечно, давление стало бы еще выше, если бы солнце не закрылось совершенно. В тот же день я мог заставить работать, при постоянном давлении в три атмосферы, насос **Танги**, поднимающий от 1500— 1800 литров воды в час на высоту 2 метров».

«Вчера, 29 сентября, когда солнце освободилось от облаков, около 11 часов 30 минут, у меня в полдень уже было 75 литров воды в состоянии кипения. Упругость паров поднялась постепенно от 1 до 7 атмосфер,

предела манометра, в течение 2 часов, несмотря на помеху, представленную появлением нескольких легких облаков. Я мог возобновить опыт 22 сентября, а потом направить пар еще в прибор Карре, что мне дало возможность получить брусок льда».

Мы видим из этого отчета, представленного самим изобретателем, что солнечная машина еще далеко не доведена до такого совершенства, при котором она могла бы стать опасной соперницей для паровой машины. Но если уже теперь при зеркале всего в 20 квадратных метров и на пасмурном сентябрьском солнце Парижа она дает работу в 2—2½ паровые лошади, то при другом климате, при большей величине зеркала можно ожидать совершенно других результатов. Вопрос о возможности продолжать работу даже в то время, когда солнце не светит, уже поставлен на очередь, и теоретический расчет допускает его решение в положительном смысле. Приняв все это во внимание, солнечная машина, с точки зрения сбережения энергии, может быть названа самой удовлетворительной машиной из всех до сих пор изобретенных. Всякая работа, совершенная при помощи этой машины, представляет собой целиком введение лишнего количества солнечной энергии в бюджет человечества, без одновременного рассеяния сбереженной энергии, как это бывает при работе паровой машины или домашних животных. В этом отношении солнечная машина может быть сравнима с двигателями падения воды и ветра, но и тут большее преимущество остается на стороне солнечной машины. Водные и даже воздушные движения скудно и неравномерно распределены в природе, между тем как для работы солнечной машины, в некоторые месяцы и в некоторых странах, со стороны двигателя почти не предвидится границ. Если машина эта будет в достаточной степени применена к добыванию и

обработке металлов, то и в материалах для устройства многочисленных машин не может встретиться недостатка; значительный общий удельный вес Земли (5,5), сравнительно с удельным весом слоев ее поверхности (2—2,5), прямо указывает на значительное содержание металлов внутри Земли, добывание и выделка которых при таком даровом двигателе, как тепло солнца, не представили бы особого затруднения.

Предположив далее, что солнечная машина могла быть применена к удовлетворению всех потребностей человека, не связанных непосредственно с химическими процессами, совершающимися в растениях и животных, т. е. почти всех потребностей, кроме сырого материала для пищи и одежды, и, приняв сумму этих потребностей удовлетворяемой приблизительно половиной энергийного бюджета человечества, мы видим, что для удовлетворения всех этих потребностей нужно было на каждого человека, при общем экономическом эквиваленте, равном $1/10$, десять человеческих сил, деленных на два, т. е. половину паровой лошадиной силы, выраженной в солнечных машинах. Мы должны допустить даже, что большая часть потребностей может удовлетворяться при помощи солнечных машин, так как мы сосчитали сырой материал пищи и одежды вместе за половину, а между тем солнечная машина, конечно, нашла бы себе применение в земледелии и в дальнейшей обработке материалов пищи и одежды. Таким образом, каково бы ни было число людей на Земле, с этой стороны (т. е. не зависящей непосредственно от количества органической жизни) все потребности их вполне бы удовлетворялись, так как на каждого человека приходилось бы не менее одной половины лошадиной силы сбереженной солнечной энергии. Осуществимо ли это требование на практике, теперь еще рано

обсуждать, но теоретически в нем нет невозможности, потому что зеркало в 20 квадратных метров дает от 2 до 2,5 лошадиных сил, а люди по другим причинам никогда не будут жить так тесно, чтобы на человека не приходилось пространство, еще много раз превышающее-20 квадратных метров.

Совершенно иначе стоит вопрос об остальной половине сберегаемой энергии, именно о той, которая сберегается растениями и животными в материалах, служащих для пищи и выделки одежды. В настоящее время мы не можем не признать, что количество этой энергии ограничено и находится в прямой зависимости от силы растительности. Но мы знаем также, что оно находится в зависимости от количества человеческого труда, приложенного к земледелию. Следовательно, если обладание механической работой будет постоянно возрастать, то и растительная жизнь может постоянно возрастать, хотя и неизвестно, в каком отношении это возрастание будет стоять к возрастанию приложенного труда. Но мыслим и другой способ возрастания питательных веществ, и притом возрастания в отношении, пропорциональном к употребленной механической работе: это непосредственный синтез веществ, служащих людям пищей, из неорганических элементов, их составляющих. Всем известно, что немного более полу столетия назад подобный синтез еще считался невозможным, но со времени приготовления **Велером** мочевины число органических веществ, добытых синтетическим путем, считают уже сотнями. Правда, в числе их еще нет ни белковины, ни крахмала, ни жира, но уже есть алкоголь и сахаристые вещества. Добывание синтетическим путем органических веществ в настоящее время еще не может служить предметом промышленности, но в случае того изобилия в даровых

двигателях и высоких температурах, какое обещает нам доставить солнечная машина, это препятствие совершенно отойдет на второй план. Тогда добывание пищи подчинится тому же закону, которому подчинено теперь удовлетворение других потребностей, т. е. известному количеству приложенной механической работы будет соответствовать известное количество полученного продукта.

Предположив, например, что синтетическое получение питательных веществ при помощи солнечной энергии будет вдвое менее выгодно, чем нынешнее сбережение энергии растениями, мы получим для человека необходимость располагать не в 10 раз большей рабочей силой, чем та, которой он располагает сам, а в 15 раз, т. е. по 1,5 лошадиных сил на каждого человека. Но зато, располагая этими 1,5 лошадиными силами сберегаемой солнечной энергии на человека, людям предвидится со стороны удовлетворения материальных потребностей возможность беспрепятственного размножения, так как, в границах мыслимого размножения людей, энергия Солнца и неорганические материалы для устройства машин и для добывания пищи представляются неистощимыми. Количество углерода, наиболее ограниченное между важнейшими веществами, тем не менее было бы достаточно для населения в несколько десятков миллиардов, считая притом только углерод атмосферы и каменноугольных пластов и не касаясь углерода, заключающегося в известковых породах.

Глава XI

РАСХИЩЕНИЕ И НАКОПЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ

Нам пора, однако, остановиться в наших расчетах, основанных на одних предположениях. Если мы и так чересчур увлеклись ими, то это произошло не оттого, чтобы мы придавали им в настоящем научное значение, но потому, что нам хотелось показать широкую приложимость теории, рассматривающей полезный труд как увеличение бюджета энергии, находящейся в распоряжении человека.

Теперь нам следует остановиться еще немного на вопросе, совершенно реальном, но вполне противоположном оптимистическим увлечениям последних страниц. Вопрос этот — расхищение энергии человеком.

Из всего предыдущего видно, что под именем расхищения энергии мы должны понимать явления, противоположные труду. Если мы называем трудом все действия, увеличивающие бюджет превратимой энергии человечества, то расхищением мы должны назвать все действия людей, ведущие к уменьшению этого бюджета. Мы говорим действия людей, потому что и помимо таких действий происходит постоянная растрата энергии в пространство, но это есть только **рассеяние**, а под именем **расхищения** мы понимаем увеличение этого рассеяния особыми действиями людей, имеющими неизбежным своим результатом растрату **лишних** количеств энергии.

Мы не будем входить подробно в рассмотрение разных родов расхищения энергии, так как этот вопрос не прямо касается нашего предмета, но мы должны все-таки указать на некоторые из них, тем более что есть такие случаи, где вопрос является спорным. Так, например, хотя несомненно, что война со всеми своими атрибутами, т. е. постоянными войсками, военными флотами, арсеналами и пр.,— есть не более, как расхищение энергии, находящейся в распоряжении человечества, тем не менее существует мнение, что война, препятствуя избытку населения, увеличивает благосостояние остающихся людей. В настоящее время, впрочем, мнение это почти оставлено, потому что стало чересчур очевидно, что общая сумма военных издержек в каждой стране гораздо больше, чем сумма, стоящая содержания людей, гибнущих на войне.

Гораздо труднее решить вопрос о расхищении энергии, происходящем при произвольном ограничении числа народонаселения. Не желая еще здесь входить в слишком сложный спор о теории Мальтуса, мы представим только некоторые соображения по этому поводу. Как объяснить себе тот факт, что энергичный бюджет населения земного шара, или, что то же, производительность труда людей, возрастает быстрее населения, если приверженцы Мальтуса правы? Возьмем сначала крайние факты. Мы приняли экономический эквивалент цивилизованного человека равным приблизительно $1/10$, и, приняв во внимание все его потребности, величина эта не может слишком быть удалена от истины. Между тем экономический эквивалент дикаря гораздо выше, так как почти все его потребности ограничиваются пищей. Мы приняли этот эквивалент равным $1/6$, полагая $1/5$ на потребности пищи и $1/10$ на остальные потребности дикаря, что, по нашему мнению, еще очень много. Не следует забывать еще, что дикари до начала земледелия никогда не

имеют изобилия в пище и что средним числом они мышечно слабее цивилизованных людей. Приняв во внимание эти два последние обстоятельства, мы вправе заключить, что экономический эквивалент цивилизованного человека почти вдвое меньше экономического эквивалента дикаря, а следовательно, труд человека при равном напряжении стал вдвое производительнее, несмотря на громадное увеличение народонаселения. Но этого мало. Вот несколько численных данных, показывающих количество главнейших продуктов, добываемых ежегодно на земном шаре или, по крайней мере, в наилучше исследованных частях его. Производительность Европы, по **Кольбу**⁷⁸, в **1866** году могла быть оценена почти в **15** миллиардов талеров, из которых **983** миллиона приходится на произведения минерального царства, **4 331**—животного и **9 627**—растительного. Общая мировая торговля около того же времени выражалась суммой около **7500** миллионов талеров. Эти числа получают значение только тогда, когда мы увидим, как велико стало потребление таких продуктов, самое существование которых не было известно в первобытные времена человечества. Так, например, железа производится ежегодно на земле **236** миллионов полцентнеров, хлопчатой бумаги более **7** миллионов баллонов, петроля **14** миллионов гектолитров. Сахару одна Европа ежегодно потребляет **31** миллион полцентнеров.

Нам возразят, может быть, что, действительно, энергичный бюджет возрос со времени дикарей до настоящего времени, но что он уменьшается теперь при рождении каждого нового человека. На это мы

⁷⁸ **КОЛЬБ. STATISTIK. 1871.**

опять возразим, что, по статистике Англии, Франции и др. стран, оказывается, что при рациональном приложении труда производительность увеличивается быстрее народонаселения. Так, например, количество пшеницы, производимой Францией, более чем удвоилось в течение последнего столетия, между тем как народонаселение ее увеличилось в два раза. Увеличение производительности Франции, конечно, с небольшими колебаниями, продолжается и теперь. Так, например, общее количество хлеба равнялось

- ❖ в 1871 году 240 миллионам гектолитров,
- ❖ в 1872 — 276 миллионам,
- ❖ в 1873 — 277 миллионам,
- ❖ в 1874 — 287 миллионам⁷⁹ .

Общее богатство Великобритании оценивалось:

- в 1814 году в 2200 миллионов фунтов стерлингов;
- в 1865 — в 6100 миллионов фунт. стерл.;
- в 1875 — в 8500 миллионов фунт. стерл.⁸⁰

Вот еще несколько примеров, ясно показывающих, что производительность труда возрастает не только абсолютно, но и относительно быстрее, чем увеличивается народонаселение:

смотри таблицу на примере Франции, где население измеряется в **человек**, а производство в **гектолитрах**

⁷⁹ MAURICE BLOCK. ANNUAIRE DE L'ECONOMIE POLITIQUE. 1878, СТР. 199.

⁸⁰ ENGELS. DUHRINGS UMWALZUNG DER WISSENSCHAFT. 1878, СТР. 235.

1820 г. население = 29 700 000, а производство пшеницы	44 000.000
1830 г. население = 31 500 000, а производство пшеницы	52 000.000
1850 г. население = 35 000 000, а производство пшеницы	87 988 000
1860 г. население = 36 100 000, а производство пшеницы	101 000 000
1868 г. население = 37 300 000, а производство пшеницы	116 000 000 ⁸¹ .

По другим расчетам, количество пшеницы, приходившееся на каждую душу населения, равнялось:

В 1811 году	1,53	гектолитров
В 1835	» 1,59	»
В 1852	» 1,85	»
В 1872	» 2,11 ⁸²	»

Общее производство зерновых хлебов, равняющееся в 1815 году 132 000 000 гектолитров, возросло в 1872 году до 276 129 350 гектолитров ⁸³.

⁸¹ CM. ANNUAIRE DU BUREAU DES LONGITUDES. 1879, СТР. 399 и GUSTAVE HEUZE. FRANCE AGRICOLE. ATLAS, 1815, № 18.

⁸² MAURICE BLOCK. STATISTIQUE DE LA FRANCE. Т. II, СТР. 389.

⁸³ JOURNAL OFFICIEL. 23 JUIN 1876.

В Швеции аналогичный ход дел проявляется еще с большей резкостью.

В то время как население Швеции в

- ❖ *1840 году было 3 000 000 чел.
Вывоз хлеба(шведских куб. футов) = 1 544 000*
- ❖ *1850 году было 3 482 000 чел.
Вывоз хлеба = 4 281 000*
- ❖ *1870 году было 4 000 000 чел.
Вывоз хлеба = 8 766 000*
- ❖ *1875 году было 4 425 000 чел.
Вывоз хлеба =17 467 000*

Вывоз хлеба, конечно, не дает верного понятия о его производстве, как это мы видим на примере России, вывозящей хлеб даже в голодные годы, но в Швеции общее благосостояние значительно поднялось за последние 40 лет, и потому увеличение вывоза, несомненно, основано на соответствующем ему увеличении производства⁸⁴ .

Наконец, даже в Испании, в некоторых наиболее благоустроенных провинциях, замечается действие того же закона. Так, например, сто лет назад население провинции **Бискайя** равнялось 100 000, а производительность ежегодно 200 000 фанегам (1/3 четверти) пшеницы и 400 000 фанегам кукурузы. С тех пор народонаселение удвоилось, но урожаи возросли в еще большей пропорции и составляют средним числом 600 000 фанег пшеницы и более одного миллиона фанег кукурузы, часть которой вывозится в Англию и Германию. Кроме того, добывается в Бискайе 80 000

⁸⁴ **СМ. ELIS SIDENBLADH. LE ROYAUME DE SUEDE. EXPOSE STATISTIQUE. PARIS. 1878, СТР. 40 И СЛЕД.**

фанег сухой зелени и содержится 300 000 голов скота⁸⁵
Мы надеемся, что никто не упрекнет нас за то, что все
взятые нами примеры относятся к странам
цивилизованным, жители которых рационально ведут
свое сельское хозяйство. Мы знаем, что в России есть
губернии, например Вятская, где производительность
падает не только относительно населения, но и
абсолютно. Подобные отклонения, как вызванные
совершенно особыми причинами, не могут быть
рассмотрены уже в этом общем очерке.

Наконец, мы должны представить еще одно
соображение. До сих пор необходимость
удовлетворения потребностей была главным сти-
мулом для всех усовершенствований и изобретений.
При довольно высоком общем уровне удовлетворения
потребностей, которого легко достигнуть при
неувеличивающемся населении, этот стимул перестает
действовать в сколько-нибудь значительной степени,
и, таким образом, произвольное ограничение
населения явится одной из главнейших причин
замедления в накоплении солнечной энергии на земле.
Так как мы теперь знаем, что разные роды энергии
далеко не с одинаковой легкостью превращаются одни
в другие, именно низшие в высшие, то мы должны
полагать, что усовершенствование жизни
человеческой должно заключаться, **главным образом,**
в количественном увеличении энергийного
бюджета каждого человека, а не только в
качественном превращении низшей энергии в высшую,
так как последнее возможно только в очень
ограниченной степени, далеко меньшей, чем
количественное накопление.

⁸⁵ LOUIS LANDE. BASQUES ET NAVARRAIS. PARIS. 1878, СТР. 205.

Таким образом, только общество со стремлением к быстрому накоплению энергии может быстро идти вперед.

Застой в данном случае почти равносителен рассеянию накопленной энергии, так как общественная жизнь без развития теряет всякую цену и всякий смысл существования. Вот почему всякое старание, при теперешних обстоятельствах, ограничить произвольно число народонаселения мы должны считать равнозначащим с рассеянием энергии.

Нам остается упомянуть еще об особом роде расхищения энергии, выражающемся в производстве предметов роскоши и в непроизводительном потреблении. Вопрос этот так хорошо разобран одним из лучших русских экономистов в его примечаниях к политической экономии **Милля**, что мы предпочитаем привести его подлинные слова:

«Предметы роскоши существуют собственно только для удовлетворения чувству тщеславия. Хорошо ли само по себе это чувство, имеет ли оно право на удовлетворение в обществе различных людей, и даже такова ли его натура, чтобы оно могло достигать действительного удовлетворения себе — это вопросы, решением которых занимаются психология и нравственная философия, а не политическая экономия. Что нравственная философия не признает права на удовлетворение за чувством тщеславия, это каждому известно. В прибавление к этому, надобно сказать, что психология причисляет чувство тщеславия к тем чувствам, которые возникают из патологического состояния души, которые, принадлежа к душевным болезням, не могут

находить себе реального и прочного удовлетворения и должны быть предметом лечения, а не поощрения, или хотя бы равнодушного невмешательства. Доказательств этого читатель должен искать в психологии, а мы можем представить здесь только результаты ее изысканий. Политическая экономия смотрит на роскошь только со стороны ее отношений к материальному благосостоянию общества и находит, что она убыточна для общества, имея свою сущность в том, что предмет, хорошо удовлетворяющий известному назначению и производимый небольшим количеством труда, отвергается и заменяется, для удовлетворения чувству тщеславия, другим предметом, который специально своему назначению удовлетворяет не лучше, или даже гораздо хуже отвергаемого предмета, но стоит обществу гораздо большего количества труда. Весь этот излишек труда составляет нерасчетливую растрату его или **убыток для общества**»⁸⁶.

Далее о непроизводительном потреблении тот же автор говорит следующее: «**Признаком производительного потребления служит то, что оно имеет своей целью увеличение средств к производству, служит источником нового производства**»⁸⁷. Признаком непроизводительного потребления служит обратное, т. е. потребление, сопровождающееся только рассеянием энергии, а не новым ее накоплением. Нам кажется, что из вышеприведенного ясно, что мы правы,

⁸⁶ ПРИМЕЧАНИЯ К ПОЛИТИЧЕСКОЙ ЭКОНОМИИ МИЛЛЯ. СТР. 104.

⁸⁷ Л. С, СТР. 100.

относя производство предметов роскоши и
непроизводительное потребление к области
расхищения энергии. Нам не представило бы
затруднения привести еще много других примеров
этого расхищения, но мы полагаем, что и данных нами
достаточно для характеристики действий,
совершаемых человечеством в этом направлении.

Глава XII

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

В начале нашей статьи мы уже сказали, что настоящая работа есть не более, как введение к более подробному и фактическому рассмотрению поставленных здесь вопросов. Поэтому было бы несправедливо требовать от нас уже теперь окончательных выводов. Тем не менее мы в нескольких, возможно, коротких положениях желаем представить то направление, в котором, по нашему мнению, должны будут рассматриваться отношения, существующие между трудом человека и распределением энергии на земной поверхности.

1. Общее количество энергии, получаемое поверхностью Земли из ее внутренности и от Солнца, постепенно уменьшается. В то же время общее количество энергии, накопленное на земной поверхности и находящееся в распоряжении человечества, постепенно увеличивается.

2. Увеличение это происходит под влиянием труда человека и домашних животных. Под именем

полезного труда мы понимаем всякое потребление механической и психической работы человека и животных, имеющее результатом увеличение бюджета превратимой энергии на земной поверхности.

3. Человек обладает известным экономическим эквивалентом, который уменьшается по мере того, как потребности человека возрастают.

4. Производительность труда человека увеличивается по мере уменьшения его экономического эквивалента, и с развитием его потребностей большая часть их удовлетворяется трудом.

5. Производительность труда человека значительно увеличивается потреблением этого труда на превращение низших родов энергии в высшие, например воспитанием рабочего скота, устройством машин и прочее.

6. Применение солнечной энергии в качестве непосредственного двигателя и приготовление питательных веществ из неорганических материалов являются главными вопросами, стоящими на очереди для продолжения наивыгоднейшего накопления энергии на Земле.

7. Пока каждый человек может обладать суммой технической работы, превышающей во столько раз его собственную, во сколько раз знаменатель его экономического эквивалента больше своего числителя; до тех пор существование и размножение людей обеспечено, так как механическая работа всегда в каком-либо отношении может быть выражена в питательных веществах и прочих средствах удовлетворения человеческих потребностей.

8. Границей этому закону является только абсолютное количество энергии, получаемой от

Солнца, и неорганических материалов, находящихся на Земле.

9. Действия, имеющие результатом явления, противоположные труду, представляют расхищение энергии, т. е. увеличение количества энергии, рассеиваемой в пространство.

10. Главной целью человечества при труде должно быть абсолютное увеличение энергийного бюджета, так как при постоянной его величине превращение низшей энергии в высшую скоро достигает предела, далее которого оно не может идти без излишних потерь на рассеяние энергии.

Сдано в набор 15.12.90 г.	Подписано в печать
30.04.91 г.	Цена 5 руб. Формат 60×84/16.
5 п. л.	Тираж 15.000 экз. Зак. 2932.

Типография «Гудок», ул. Станкевича, д. 7.

Подольский

Сергей

Андреевич

Совет Объединения «Ноосфера»

Наборщик **Иванов С. А.**

Технический редактор **Котов В. М.**

Корректор **Баженова Л. Н.**

**Научно-издательский отдел
Объединения «Ноосфера»**

ВЫСЫЛАЕТ НАЛОЖЕННЫМ ПЛАТЕЖОМ КНИГИ

«Философия — практике» (Мозговой штурм диалектики), М., «Ноосфера». 1988 г.

«Студенческое вече '89» (В поисках общего дела), М., «Ноосфера», 1989 г.

«Свет идеи» (Иск марксизму), М., «Ноосфера», 1990 г.

Заявки с указанием интересующих Вас книг можно направлять по адресу: 103104, Москва, К-104, «Ноосфера».

В серии «Мыслители Отечества» предполагается издание трудов:

Петра Алексеевича КРОПОТКИНА

Николая Федоровича ФЕДОРОВ

Владимира Ивановича ВЕРНАДСКОГО

Николая Алексеевича ВОЗНЕСЕНСКОГО

ⁱ Гюйгенс родился в Гааге. Отец его Константин Гюйгенс (Хёйгенс), тайный советник принцев Оранских, был замечательным литератором, получившим также хорошее научное образование.

Молодой Гюйгенс изучал право и математику в Лейденском университете, затем решил посвятить себя науке.

В 1651 году опубликовал «Рассуждения о квадратуре гиперболы, эллипса и круга».

Вместе с братом он усовершенствовал телескоп, доведя его до 92-кратного увеличения, и занялся изучением неба. Первая известность пришла к Гюйгенсу, когда он открыл кольца Сатурна (Галилей их тоже видел, но не смог понять, что это такое) и спутник этой планеты, Титан.

В 1657 году Гюйгенс получил голландский патент на конструкцию маятниковых часов. В последние годы жизни этот механизм пытался создать Галилей, но ему помешала прогрессирующая слепота. Часы Гюйгенса реально работали и обеспечивали превосходную для того времени точность хода. Центральным элементом конструкции был придуманный Гюйгенсом якорь, который периодически подталкивал маятник и поддерживал незатухающие колебания. Сконструированные Гюйгенсом точные и недорогие часы с маятником быстро получили широчайшее распространение по всему миру.

В 1665 году по приглашению Кольбера поселился в Париже и был принят в число членов Академии наук. В 1666 году по предложению того же Кольбера становится её первым президентом. Гюйгенс руководил Академией 15 лет.

В 1673 году под названием «Маятниковые часы» выходит исключительно содержательный труд по кинематике ускоренного движения. Эта книга была настольной у Ньютона, который завершил начатое Галилеем и продолженное Гюйгенсом построение фундамента механики.

1681 год: в связи с намеченной отменой Нантского эдикта Гюйгенс, не желая переходить в католицизм, вернулся в Голландию, где продолжил свои научные исследования

ii **Готфрид Вильгельм** родился в семье профессора философии морали (этики) лейпцигского университета Фридриха Лейбница (нем. Friedrich Leibnitz) и Катерины Шмюк (нем. Catherina Schmuck).

Когда мальчику было 8 лет, его отец умер, оставив после себя большую личную библиотеку. Свободный доступ к книгам и врождённый талант позволили молодому Лейбницу уже к 12 годам самостоятельно изучить латынь и взяться за изучение греческого языка.

В 15-летнем возрасте (1661) Готфрид сам поступил в тот же Лейпцигский университет, где когда-то работал его отец. В свою бытность студентом он познакомился с работами Кеплера, Галилея и других учёных. Спустя 2 года переходит в Йенский университет, где изучает математику у Эрхарда Вайгеля. Затем возвращается в Лейпциг изучать право, но получить докторскую степень там не удалось. Расстроенный отказом, Лейбниц отправился в Нюрнбергский университет в Альтдорфе, где успешно защищает диссертацию на соискание степени доктора права. Диссертация была посвящена разбору вопроса о запутанных юридических случаях. Защита состоялась 5 ноября 1666 года; эрудиция, ясность изложения и ораторский талант Лейбница вызывают всеобщее восхищение.

В этом же году он написал первое из своих многочисленных сочинений: «О комбинаторном искусстве». Опередив время на два века, 20-летний Лейбниц задумал проект математизации логики. Будущую теорию (которую он так и не завершил) он называет «всеобщая характеристика». Она включала все логические операции, свойства которых он ясно представлял.

Закончив обучение, он устраивается советником курфюрста Майнцского по юридическим и торговым делам. Еще во время своего пребывания в Нюрнберге Лейбниц познакомился случайно с бывшим министром майнцского курфюрста Иоганном Христианом фон

Бойенбургом. Курфюрст Майнца, Иоганн Филипп фон Шёнбронн, взял молодого Лейбница к себе на службу в 1670 году. Лейбниц был назначен ревизионным канцелярским советником. Служба продолжалась недолго, в начале 1672 года Лейбниц с важной дипломатической миссией покинул Майнц, в конце того же года умер фон Бойенбург, а в начале следующего - и сам курфюрст.

Работа требовала постоянных разъездов по всей Европе; в ходе этих путешествий он подружился с Гюйгенсом, который согласился обучать его математике.

В это время Лейбниц изобретает собственную конструкцию арифмометра, гораздо лучше паскалевского — он умел выполнять умножение, деление и извлечение корней. Предложенные им ступенчатый валик и подвижная каретка легли в основу всех последующих арифмометров.

1668: По некоторым данным, Лейбниц вступил в тайное общество розенкрейцеров. Во время своего пребывания в Нюрнберге, он, в любом случае, был знаком с некоторыми членами этой загадочной организации. В частности, к этому обществу принадлежал его родственник, Юстин Якоб Лейбниц, занимавший пост сеньора Министерства духовных дел.

1673: Лейбниц в Лондоне, где на заседании Королевского общества демонстрирует свой арифмометр и избирается членом Общества. От Ольденбурга, президента Общества, он получает изложение ньютоновских открытий: анализ бесконечно малых и теория бесконечных рядов. Сразу оценив мощь метода, он сам начинает его развивать. В частности, он вывел первый ряд для числа π :

...

1675: Лейбниц завершает свой вариант математического анализа, тщательно продумывает его символику и терминологию, отражающую существо дела. Почти все его нововведения укоренились в науке. Лишь термин «интеграл» ввёл Якоб Бернулли (1690), сам Лейбниц вначале называл его просто суммой.

По мере развития анализа выяснилось, что символика Лейбница, в отличие от ньютоновской, отлично подходит для обозначения многократного дифференцирования, частных производных и т. д. На пользу школе Лейбница шла и его открытость, массовая популяризация новых идей, что Ньютон делал крайне неохотно.

1676: вскоре после смерти курфюрста Майнцского Лейбниц переходит на службу к герцогу Брауншвейг-Люнебургскому (Ганновер), которую не оставил до конца жизни. Он одновременно советник, историк, библиотекарь и дипломат. По поручению герцога составляет историю рода Гвельфов-Брауншвейгов; за 40 лет трудов Лейбниц успел довести её до 1005 года.

Лейбниц продолжает математические исследования, открывает «основную теорему анализа», обменивается с Ньютоном несколькими любезными письмами, в которых просил разъяснить неясные места в теории рядов. Уже в 1676 году Лейбниц в письмах излагает основы математического анализа. Объем его переписки колоссален.

1682: основал научный журнал *Acta Eruditorum*, сыгравший значительную роль в распространении научных знаний в Европе. Привлекает к исследованиям братьев Бернулли, Якоба и Иоганна.

1698: умирает герцог Брауншвейгский. Его наследник оставляет Лейбница на службе, но относится к нему пренебрежительно.

1700: Лейбниц основывает Берлинскую Академию наук и становится её первым президентом. Избирается иностранным членом Парижской Академии наук.

В 1697 году, во время путешествия Петра I по Европе, русский царь познакомился с Лейбницом. Это была случайная встреча в ганноверском замке Коппенбрюк. Во время торжеств в 1711 г., посвященных свадьбе наследника престола Алексея Петровича с представительницей правящего ганноверского дома, принцессой Брауншвейгской Софией Христиной, состоялась их вторая встреча. На этот раз встреча имела заметное влияние на императора. В

следующем году Лейбниц имел более продолжительные встречи с Петром, и, по его просьбе, сопровождал его в Теплиц и Дрезден. Это свидание было весьма важным и привело в дальнейшем к одобрению Петром создания Академии наук в Петербурге, что послужило началом развития научных исследований в России по западноевропейскому образцу. От Петра Лейбниц получил титул тайного юстиции советника и пенсию в 2000 гульденов. Лейбниц предложил проект научных исследований в России, связанных с ее уникальным географическим положением, таких, как изучение магнитного поля Земли, отыскание пути из Арктики в Тихий океан. Также Лейбниц предложил проект движения за объединение церквей, которое должно было быть создано под эгидой русского императора.

iii Лагранж родился 25 января 1736 в Турине. Будучи самым младшим сыном многочисленной семьи (11 детей), он был вынужден рано начать самостоятельную жизнь. Сначала он интересовался филологией. Его отец хотел, чтобы сын стал адвокатом, и поэтому определил его в Туринский университет. Но в руки Лагранжа случайно попал трактат по математической оптике, и он почувствовал своё настоящее призвание.

В 1755 году Лагранж послал Эйлеру свою работу об изопериметрических свойствах, ставших впоследствии основой вариационного исчисления. В этой работе он решил ряд задач, которые сам Эйлер не смог одолеть. Эйлер включает похвалы Лагранжу в свою работу и (вместе с Даламбером) рекомендует молодого учёного в иностранные члены Берлинской Академии наук (избран в октябре 1756 года).

В этом же 1755 году Лагранж был назначен преподавателем математики в Королевской артиллерийской школе в Турине, где пользовался, несмотря на свою молодость, славой прекрасного преподавателя. Лагранж организует там научное общество, из которого впоследствии выросла Туринская Академия наук, издаёт труды по механике и вариационному исчислению (1759). Здесь же он впервые применяет анализ к теории вероятностей, развивает теорию колебаний и акустику.

1762: первое описание общего решения вариационной задачи. Оно не было ясно обосновано и встретило резкую критику. Эйлер в 1766 году дал строгое обоснование вариационным методам и в дальнейшем всячески поддерживал Лагранжа.

В 1764 году Французская Академия наук объявила конкурс на лучшую работу по проблеме движения Луны. Лагранж представил работу, посвященную либрации Луны (см. Точка Лагранжа), которая была удостоена первой премии. В 1766 году Лагранж получил вторую премию Парижской Академии за исследование, посвященное теории движения спутников Юпитера, а до 1778 года был удостоен еще трёх премий.

В 1766 по приглашению прусского короля Фридриха II Лагранж переехал в Берлин (тоже по рекомендации Даламбера и Эйлера). Здесь он вначале руководит физико-математическим отделением Академии наук, а позже становится президентом Академии. В её «Мемуарах» издаёт множество выдающихся работ. Женится (1767) на своей кузине по матери, Виттории Конти, но в 1783 году его жена умирает.

Берлинский период (1766—1787) был самым плодотворным в жизни Лагранжа. Здесь он выполнил важные работы по алгебре и теории чисел, в том числе строго доказал несколько утверждений Ферма и теорему Вильсона: для любого простого числа p выражение $(p - 1)! + 1$ делится на p .

1767: Лагранж публикует мемуар «О решении числовых уравнений» и затем ряд дополнений к нему. Позднее Абель и Галуа черпали вдохновение в этой блестящей работе. Впервые в математике появляется конечная группа подстановок. Лагранж высказал предположение, что не все уравнения выше 4-й степени разрешимы в радикалах. Строгое доказательство этого факта и конкретные примеры таких уравнений дал Абель в 1824—1826 гг., а общие условия разрешимости нашёл Эварист Галуа в 1830—1832 гг.

1772: избран иностранным членом Парижской Академии наук.

В Берлине была подготовлена и «Аналитическая механика» («Mecanique analytique»), опубликованная в Париже в 1788 и ставшая вершиной научной деятельности Лагранжа. В основу всей статики положен т. н. принцип возможных перемещений, в основу динамики — сочетание этого принципа с принципом Д'Аламбера. Введены обобщенные координаты, разработан принцип наименьшего действия. Впервые со времён Архимеда монография по механике не содержит ни одного чертежа, чем Лагранж особенно гордился.

В 1787, после кончины Фридриха II, Лагранж по приглашению Людовика XVI переехал в Париж, где был принят с королевскими почестями и стал членом Парижской Академии наук (уже не иностранным членом).

Революция отнеслась к Лагранжу снисходительно. Ему пожаловали пенсию и оплачиваемое место в комиссии, занимавшейся разработкой метрической системы мер и весов и нового календаря. К большому своему облегчению, Лагранжу удастся заблокировать революционный проект всеобщего перехода на 12-ричную систему.

1792: Лагранж вновь женится, на Рене-Франсуазе-Аделаиде Лемонье, дочери друга-астронома. Брак оказался удачным.

1795: открыта Нормальная школа, и Лагранж преподаёт там математику. В 1797 году, после создания Политехнической школы, вёл там преподавательскую деятельность, читал курс математического анализа.

В эти годы Лагранж публикует свою знаменитую интерполяционную формулу для приближения функции многочленом. Издаёт книгу «Теория аналитических функций», без актуальных бесконечно малых. Эта работа позже вдохновляла Коши при разработке строгого обоснования анализа. Там же Лагранж дал формулу остаточного члена ряда Тейлора, указал метод множителей Лагранжа для решения задач на условный экстремум.

1801: публикуются «Лекции об исчислении функций».

Наполеон любил обсуждать с деликатным и ироничным Лагранжем философские вопросы. Он пожаловал Лагранжу титул графа, должность сенатора и орден Почётного легиона.

Умер Лагранж 10 апреля 1813 года, умер спокойно, как и жил, сказав друзьям: «Я сделал своё дело... Я никогда никого не ненавидел, и не делал никому зла.» Похоронен в Пантеоне.

Лагранж внёс существенный вклад во многие области математики, включая вариационное исчисление, теорию дифференциальных уравнений, решение задач на нахождение максимумов и минимумов, теорию чисел (теорема Лагранжа), алгебру и теорию вероятностей. В двух своих важных трудах — «Теория аналитических функций» («*Theorie des fonctions analytiques*», 1797) и «О решении численных уравнений» («*De la resolution des equations numeriques*», 1798) — подытожил всё, что было известно по этим вопросам в его время, а содержащиеся в них новые идеи и методы были развиты в работах математиков XIX века.

Имя Лагранжа внесено в список 72 величайших учёных Франции, помещённый на первом этаже Эйфелевой башни.

В честь Лагранжа названы:

кратер на Луне;

улицы в Париже и Турине;

множество научных понятий и теорем в математике, механике и астрономии.

^{iv}

Рудольф Юлиус Эммануэль Клаузиус (нем. Rudolf Julius Emanuel Clausius; 2 января 1822, Кёстлин — 24 августа 1888, Бонн) — немецкий физик и математик.

[править]

Биография

Университетское образование получил в Берлине, занимал кафедру физики в цюрихских артиллерийской и политехнической школах (1855

г.). Профессором университета состоял с 1857 года в Цюрихе, в 1867 г. перешёл в Вюрцбург и, наконец, с 1869 г. был профессором в Бонне.

19 мая 1865 г., за научные исследования, был избран членом-корреспондентом французской академии наук (секция механики).

Славу Клаузиусу создали его работы по теоретической термодинамике, до него бывшей в младенческом периоде развития; лишь благодаря трудам Клаузиуса, одновременно с работами Джоуля, Гельмгольца и Ранкина, термодинамика получила окончательную разработку.

Им были усовершенствованы аналитические доказательства и, что особенно важно, благодаря ему получил разъяснение и дальнейшее развитие принцип, высказанный Сади Карно в 1824 г. Клаузиус доказал и несколько новых теорем в механической теории тепла, которые носят его имя. Им же были введены весьма плодотворные понятия об энтропии.

Благодаря ясности изложения Клаузиуса механическая теория тепла в самом начале своего развития стала применяться к объяснению явлений из совершенно другой области научного знания. Так, в 1867 г. устанавливается аналогия между испарением и разложением химических соединений.

Кроме указанных исследований, Клаузиус известен также работами по упругости тел, по оптике и динамическому электричеству.

Труды К. по механической теории тепла появлялись в форме мемуаров в «Poggendorffs Annalen» (1848—62) и собраны в классическом «Abhandlung über die mechanische Wärmetheorie» (Braunschweig, 1864—67, 2 т.; последнее издание в 1887 г.).

Мемуары, касающиеся других областей физики и математики, Клаузиус печатал во многих журналах:

^v Энтропия (от греч. ἔντροπιᾱ — поворот, превращение) — понятие, впервые введённое в термодинамике для определения меры необратимого рассеивания энергии. Термин широко применяется и в других областях знания: в статистической физике как мера вероятности осуществления какого-либо макроскопического состояния; в теории информации как мера неопределённости какого-либо опыта (испытания), который может иметь разные исходы, в исторической науке, для экспликации феномена альтернативности истории (инвариантности и вариативности исторического процесса). В современном виде впервые слово «энтропия» использовал Клод Шеннон.

Термодинамическая энтропия — функция состояния термодинамической системы.

Информационная энтропия — мера неопределённости источника сообщений, определяемая вероятностями появления тех или иных символов при их передаче.

Культурная энтропия — это часть энергии, направленная на ссоры, интриги, переживания обид и шуточки над коллегами.

Номера энтропии используются в математической теории метрических пространств для измерения размеров наборов (и, частично, фракталов).

Энтропия в теории управления — мера неопределённости состояния или поведения системы в данных условиях.

Энтропия (настольная игра) — одна из двух настольных игр, известных под именем Entropy, созданных Эриком Соломоном (Eric Solomon) в 1977 г. или Августином Каррено (Augustine Carreno) в 1994 г.

Энтропия (сеть) — децентрализованная пиринговая сеть, разработанная с целью быть стойкой к цензуре.

Энтропия в биологической экологии — единица измерения биологической вариативности.

Журнал «Энтропия» — международный междисциплинарный журнал на английском языке об исследованиях энтропии и информации.

Энтропия — функция состояния системы, равная в равновесном процессе количеству теплоты сообщённой системе или отведённой от системы, Термодинамической температуре системы

Энтропия — связь между макро и микро состояниями, единственная функция в физике, которая показывает направленность процессов. Функция состояния системы, которая не зависит от перехода из одного состояния в другое, а зависит только от начального и конечного положения системы

^{vi} Уильям Томсон, лорд Кельвин (англ. William Thomson, 1st Baron Kelvin; 26 июня 1824, Белфаст — 17 декабря 1907, Ларгс (en:Largs), Эршир (en:Ayrshire), Шотландия)

Один из величайших физиков. Предки Томсона были ирландские фермеры; отец его Джеймс Томсон (1776—1849), известный математик, был с 1814 г. учителем в Belfast Academical Institution, затем с 1832 г. профессор математики в Глазго; известен учебниками по математике, выдержавшими десятки изданий. Уильям Томсон вместе со старшим братом, Джеймсом учились в колледже в Глазго, а затем в St. Peter's College в Кембридже, в котором Томсон закончил курс наук в 1845 г.

В 1846 г. двадцатидвухлетний Томсон занял кафедру теоретической физики в университете в Глазго. Необыкновенные заслуги Томсона в чистой и прикладной науке были вполне оценены его современниками.

В 1866 г. Томсон возведён в дворянское достоинство, в 1892 г. королева Виктория пожаловала ему пэрство с титулом «барон Кельвин».

Ещё студентом, Томсон опубликовал ряд работ по приложению рядов Фурье к вопросам физики и в замечательном исследовании «The uniform motion of heat in homogeneous solid and its connection with the mathematical theory of electricity» («The Cambridge math. Journ.», 1842) провёл важные аналогии между явлениями распространения тепла и электрического тока и показал, как решение вопросов из одной из этих областей применить к вопросам другой области. В другом исследовании «The Linear Motion of Heat» (1842, *ibid.*) Томсон развил принципы, которые затем плодотворно применил ко многим вопросам динамической геологии, например, к вопросу об охлаждении земли.

В 1845 г., находясь в Париже, Томсон начинает в журнале Лиувилля печатание ряда статей по электростатике, в которых излагает свой метод электрических изображений, давший возможность просто решить многие труднейшие задачи электростатики.

С 1849 г. начинаются работы Томсона по термодинамике, напечатанные в изданиях королевского общества в Эдинбурге. В первой из этих работ Томсон, опираясь на исследования Джоуля, указывает, как следует изменить принцип Карно, изложенный в сочинении последнего «*Reflexions sur la puissance motlee du feu*» (1824) для того, чтобы принцип согласовался с современными данными; эта знаменитая работа содержит первую формулировку второго принципа термодинамики.

В 1852 г. Томсон даёт другую формулировку его, именно учение об рассеянии энергии (*dissipation of energy*).

В том же году Томсон совместно с Джоулем производит известное исследование над охлаждением газов при расширении без совершения работы, которое послужило переходной ступенью от теории газов идеальных к теории действительных газов.

Начатая в 1855 г. работа по термоэлектричеству («*Electrodynamic Qualities of Metals*») вызвала усиленную экспериментальную работу; в работе принимали участие студенты, и это положило начало практическим работам студентов в университете Глазго — первым в Англии, а также начало лаборатории по физике в Глазго.

В пятидесятых годах Томсон заинтересовывается вопросом о трансатлантической телеграфии; побуждаемый неудачами первых пионеров-практиков, Томсон теоретически исследует вопрос о распространении электрических импульсов вдоль кабелей и приходит к заключениям величайшей практической важности, давшим возможность осуществить телеграфирование через океан. Попутно, Томсон выводит условия существования колебательного электрического разряда (1853), вновь найденные позже Кирхгоффом (1864) и легшие в основание всего учения об электрических

колебаниях. Экспедиция для прокладки кабеля знакомит Томсона с нуждами морского дела и приводит к усовершенствованию лота и компаса. (1872—1876).

В «Biogr.-Litter. Handwörterbuch Poggendorffa» (1896) приведён список около 250 статей (кроме книг), принадлежащих Томсону. Упомянем лишь некоторые предметы его работ: термодинамические исследования, приведшие кроме того ещё к установлению абсолютной шкалы температур; работы по гидродинамике и теории волн (награждены в 1887 г. премией от эдинбургского королевского общества); работы по термоэлектричеству, приведшие к открытию так наз. «явления Томсона» — переноса тепла электрическим током; исследования по теории упругости (1862—1863), в которых Томсон расширяет теорию шаровых функций; работы по динамической геологии.

Не менее замечательна деятельность Томсона в практической физике и технике; ему принадлежит изобретение или улучшение многих инструментов, вошедших во всеобщее употребление в науке и технике, как то: зеркального гальванометра, сифон-рекордера, квадрантного и абсолютного электрометров, нормального элемента компаса, лота и множества технических измерительных электрических приборов, между которыми особенно замечательны «ампер-весы», применяемые для выверки электрических приборов; между множеством патентов, взятых Томсоном, встречаются таковые и на чисто практические приспособления, как, например, на водопроводные краны.

Из книг, изданных Томсоном, наибольшею известностью пользуется «Treatise on natural philosophy» (т. 1, вместе с Тэтот, 3-е изд. в 1883 г., немец. перев. под ред. Гельмгольца), содержащее блестящее изложение механических основ теоретической физики.

Статьи Томсона перепечатаны в его «Reprints of papers on electrostatic and magnetism» (1872), «Mathematical and physical papers» (1882—1883) и «Popular lectures and addresses».

В «Encyclopædia Britannica» (1880) помещены две знаменитые статьи Томсона — «Elasticity» и «Heat».

В этом замечательном учёном соединяется редко проникновенный ум, бесстрашно берущийся за абстрактнейшие вопросы теории, с чисто практической сметкой, приводящей к решению запутаннейших вопросов практики. Томсону Англия обязана блестящим состоянием в высших школах её математической физики; влияние его на развитие этой науки легко проследимо и на деятельности учёных других наций.

vii Симеон-Дени Пуассон (фр. Simeon-Denis Poisson, 21 июня 1781, Питивье, Франция — 25 апреля 1840, Париж) — знаменитый французский физик-математик.

Отец его, солдат ганноверских войск, дезертировавший вследствие притеснений офицера, занимал незначительную административную должность в городе Питивье (в департаменте Луары). Здесь в 1781 г. родился Пуассон. Когда сын достиг отроческого возраста, отец сам стал его обучать, предполагая впоследствии направить его по нотариальной части. Однако, не видя, как ему казалось, в сыне способностей к умственному труду, решил отдать его в обучение цирюльнику. Но молодому Пуассону один раз поручено было вскрыть нарыв на руке больного ребёнка, а на следующий же день пациент от этой операции умер, что привело в крайнее отчаяние молодого Пуассона; он наотрез отказался продолжать учение и вернулся к своему отцу. Тогда началась уже революция, и отец Пуассона успел получить более высокое положение и занял одну из видных должностей в управлении городом. Случилось так, что тетради журнала Политехнической школы попали в руки молодого Пуассона, который стал просматривать их, и решать находившиеся там задачи, и находить верные решения. Тогда отец поместил его в центральную школу, в Фонтенбло. Один из преподавателей, открыв в ученике недюжинные способности, стал заниматься с ним и потом подготовил его к экзамену в политехническую школу, куда в 1798 г. 17-летний Пуассон поступил первым по экзамену.

Спустя некоторое время способности Пуассона проявились при следующем случае. Однажды Пьер Лаплас, спрашивая учеников по

небесной механике, задал одному из них объяснить решение какого-то вопроса и к своему удивлению получил ответ, представлявший совершенно новое и изящное решение. Автором его оказался Пуассон. С тех пор Лаплас, Жозеф Луи Лагранж и другие профессора обратили внимание на молодого человека. Уже в 1800 году, когда Пуассону ещё не было и 20 лет, две его статьи: фр. «Memoire sur l'elimination dans les equation algebriques» (заклучавший простое доказательство теоремы Безу) и «Memoire sur la pluralite des integrales dans le calcul des differences», были помещены в «Recueil des Savants etrangers» и доставили автору почётную известность в учёном мире. В том же году, по окончании курса, он был оставлен репетитором в школе, а в 1802 г. назначен адъюнкт-профессором, в 1806 г. профессором на место вышедшего Фурье. В 1812 г. Пуассон получил звание астронома в «бюро долгот», в 1816 г., при основании Faculte des Sciences, назначен профессором рациональной механики. В 1820 г. был приглашен в члены совета университета, причём ему поручено было высшее наблюдение над преподаванием математики во всех коллежах Франции. При Наполеоне он возведён в бароны, а при Луи-Филиппе был сделан пэром Франции.

Число учёных трудов Пуассона превосходит 300. Они относятся к разным областям чистой математики, математической физики, теоретической и небесной механики. Здесь можно упомянуть только о важнейших и наиболее замечательных.

По небесной и теоретической механике наиболее замечательны: «Sur les in egalites seculaires des moyens mouvements des planetes» («J. de l'ec. polyt.», тетр. 15); в этом мемуаре доказывается с приближением второго порядка устойчивость планетарных движений. В другом мемуаре той же тетради журнала: «Sur la variation des constantes arbitraires dans les questions de mecanique» выводится так называемые пуассоновы формулы возмущенного движения и здесь же доказывается так называемая пуассонова теорема, по которой выражение, составленное из двух интегралов уравнений динамики, называемое скобками Пуассона, не зависит от времени, но только от элементов орбит. Далее замечательны: «Sur la libration de la lune» («Connaissance des temps», 1812), «Sur le mouvement de la terre autour son centre de gravite» («Memoire de l'academie des sciences», т. 7, 1827).

По теории притяжения знамениты два мемуара о притяжении эллипсоидом: «Sur l'attraction des spheroides» («Connais. des temps», 1829 г.), «Sur l'attraction d'un ellipsoide homogene» («Mem. de l'acad. des sciences», т. 13, 1835 г.) и заметка: «Remarques sur une equation qui se presente dans la theorie des attraction» («Bulletin de la societe philomatique», 1813), в которой выводится известная теперь в теории потенциала формула, выражающая величину дифференциального параметра для внутренней точки.

В математической физике наиболее плодотворными оказались статьи по электростатике и магнетизму, в особенности последние, послужившие основанием теории временного намагничивания. Это суть: «Deux memoire sur la theorie du magnetisme» («Memoires de l'acad. des sc.», т. 5, 1821—22 гг.), «Mem. sur la theorie du magnetisme en mouvement» (там же, т. 6, 1823 г.).

Далее известны и важны мемуары его по теории упругости и гидромеханике, например «Memoire sur les equations generales de l'equilibre et du mouvement des corps solides elastiques et des fluides» («J. de l'ecole polyt.», тетр. 20), «Note sur le probleme des ondes» («Mem. de l'acad. des sc.», т. 8, 1829 г.).

По чистой математике наиболее существенны и замечательны мемуары по определённым интегралам: «Sur les integrales definies» («J. de l'ec. polyt.», тетр. 16, 17, 18), относительно формулы Фурье (там же, тетр. 18, 19) и «Memoire sur l'integration des equations lineaires aux differences partielles» (тетр. 19). Большие по объёму сочинения, как то: классическая «Traite de mecanique», «Theorie de l'action capillaire», «Theorie mathematique de la chaleur», своей известностью сами говорят за себя.