

АЛЕКСАНДР
БУРЛАКОВ

В ГАРМОНИИ С ЕДОЙ



ОСНОВЫ ПИТАНИЯ
ОТ ДОКАЗАТЕЛЬНОГО
ДИЕТОЛОГА

 **БОМБОРА**
ИЗДАТЕЛЬСТВО

Москва 2023

УДК 613.2
ББК 51.23
Б91

Бурлаков, Александр Владимирович.

Б91 В гармонии с едой. Основы питания от доказательного диетолога / Александр Бурлаков. — Москва : Эксмо, 2023. — 304 с. — (Доктор Бурлаков. Книги доказательного диетолога).

ISBN 978-5-04-181456-4

Еда — это нечто большее, чем просто источник энергии. Слишком жесткие ограничения в питании могут лишать удовольствия, которое мы получаем от еды, а нездоровые ее количества — приводить к серьезным проблемам. В чем же баланс? Вместо того чтобы делить еду на «плохую» и «хорошую», врач-диетолог Александр Бурлаков предлагает посмотреть на рацион с точки зрения доказательной медицины и науки. В книге «В гармонии с едой» он объективно разбирает главные аспекты питания: калорийность, нормы потребления воды, полезные и вредные продукты, влияние генетики и гормонов на ожирение, пищевые расстройства и многое другое. А также объясняет, как устроены популярные диеты и что с ними не так. Это не авторская методика для похудения, а обзор тех знаний о питании, которые доступны современной доказательной науке. Благодаря книге доктора Бурлакова вы поймете, что нужно для гармоничных и здоровых отношений с едой. Узнаете, как работает ваш организм, избавитесь от запретов на определенные продукты и чувства вины за то, что позволили себе что-то вкусное.

УДК 613.2
ББК 51.23

© А. В. Бурлаков, текст, 2023
© Оформление. ООО «Издательство
«Эксмо», 2023

ISBN 978-5-04-181456-4

Оглавление

Об авторе	7
Предисловие	10
ГЛАВА 1. СОЛНЦЕ, ЭНЕРГИЯ ПИЩИ И КАЛОРИИ. ЧТО К ЧЕМУ?	13
Зачем нужна еда?	13
Как солнце связано с едой?	17
Законы физики и человеческий организм.	26
Калории, джоули и другая скукота.	31
Энергетический баланс в организме человека	47
Почему калорийность работает: общие случаи.	51
Почему калорийность работает: частные случаи.	57
Гены и ожирение	57
Считать или не считать калории?	69
Когда дефицит калорий не работает?	78
ГЛАВА 2. ПОПУЛЯРНЫЕ ДИЕТЫ: ЧТО С НИМИ НЕ ТАК?	84
История популярных диет	84
Кетодиета	100
Карнивор, или диета хищников	123
Палеодиета	131
Интервальное голодание — что это такое?	143
Аутоиммунные протоколы	159
Щелочная диета	164
Раздельное питание	169
ГЛАВА 3. ДИЕТЫ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ НАУКИ	177
Средиземноморская диета	178
DASH-диета	195
MIND-диета	208

ГЛАВА 4. ПОПУЛЯРНЫЕ ЗАБЛУЖДЕНИЯ

О ЕДЕ	216
Ох уж эта вода, и как ее правильно пить	217
Гликемический индекс	236
Инсулиновый индекс	250
Продукты с отрицательной калорийностью.	254
Фантастические шлаки, и где они обитают	256
Генетические тесты по питанию, образу жизни и спорту: рецепт дорогого развода на деньги	260
Дробное питание	265
Зависимость от еды и определенных продуктов	268
Полезные и вредные продукты	272
Послесловие	275
Источники	278
Алфавитный указатель	300

ОБ АВТОРЕ

Меня зовут Александр Бурлаков, можно просто бородатый доктор. Если вы это читаете, по всей видимости, вы держите в руках мою книгу. Поэтому позвольте немного рассказать о себе.

В детстве я был любознательным ребенком, который пытал родителей различными вопросами. Особенно о том, как устроен наш организм. А в школе самым любимым предметом у меня была биология. По этой причине после 11 класса я решил связать свою жизнь с медициной и поступил в Кубанский государственный медицинский университет.

После окончания педиатрического факультета, а далее интернатуры и ординатуры, я прошел профессиональную переподготовку по диетологии. Уже в процессе обучения, а впоследствии и профессиональной деятельности я заметил очень слабую ориентированность людей на науку в вопросах питания. И порой рекомендации в данной области складывались и продолжают складываться исключительно из личного опыта какого-нибудь автора учебника, профессора, мнения отдельных лиц или вовсе набора клише и мифов.

Меня такой подход в корне не устраивал. Даже если врач дает рекомендации по питанию челове-

ку, который не имеет хронических заболеваний, а просто хочет питаться сбалансированно, он должен опираться на факты, а не на то, что сказала бабушка из соседнего подъезда, сидя на лавке.

Это послужило причиной, по которой я выбрал путь научно обоснованной медицины или, как вы могли чаще всего слышать — доказательной медицины. А путь этот был очень тернистый и сложный. Знаний, которые я получил в медицинском университете, не хватало, чтобы даже на базовом уровне разобраться в научных публикациях. Но благодаря тому, что мы живем в эпоху цифровых технологий, я прошел и продолжаю проходить специализированные обучения в данном направлении. Среди них: разработка и интерпретация клинических исследований (университет Джонса Хопкинса), организация хранения и обработки данных для клинических исследований (Вандерbiltский университет), эпидемиология — фундаментальная наука о здоровье населения (университет Северной Каролины в Чапел-Хилле) и ряд других учебных курсов.

ПО МЕРЕ ПОГРУЖЕНИЯ В НАУЧНЫЙ ПОДХОД, МНЕ СТАНОВИЛОСЬ ВСЕ БОЛЕЕ НЕ ПО СЕБЕ ОТ ТОГО ОБИЛИЯ МРАКОБЕСНЫХ, АБСУРДНЫХ И ПОРОЙ ОПАСНЫХ СОВЕТОВ ПО ПИТАНИЮ, которые циркулируют в средствах массовой информации и социальных сетях. Все это послужило толч-

ком для ведения блогов dr.burlakov и «бородатый не пробовал». Почему у второго такое название, узнаете чуть позже.

Но одними блогами на рассадник антинауки не повлиять. Необходимо популяризировать критическое мышление на уровне образования. Так и возник учебный центр *Body Coach*. Он специализируется на дополнительном профессиональном образовании в сфере фитнеса и медицины, и с ним я полностью связал свою жизнь, уйдя с головой в преподавательскую деятельность.

Я искренне верю, что данная книга также внесет вклад в развитие критического мышления и повышение образованности в вопросах питания.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Ну что, друзья, вы держите в руках книгу борода-того доктора, который «ни в чем не разобрался», но снова пишет о еде. Вероятно, у вас уже возник вопрос, почему ты нам тут что-то пишешь, раз не разобрался? Просто это достаточно устойчивый оборот речи, который знают многие мои читатели. Краткую его историю сейчас расскажу.

Дело в том, что за годы ведения блога в запретограмме я получил, наверное, тысячи сообщений о том, что наука — это все фигня, а вот личный опыт или опыт соседа, бабушки, троюродного брата отца одноклассника имеет вес. И каждый раз, когда я приводил кучу аргументов из фундаментальных дисциплин, таких как анатомия, физиология, патологическая физиология, цитология, подкреплял их ссылками на различные экспериментальные данные, включая достаточно крупные метаанализы, систематические обзоры и масштабные рандомизированные исследования, я получал ответ, что «просто не разобрался».

ПОЧЕМУ В ЭТОЙ КНИГЕ ОПЯТЬ НЕ БУДЕТ ЛИЧНОГО ОПЫТА? По классике научного подхода, я должен продемонстрировать вам пирамиду доказательной медицины и сказать, что мнение отдельно взятого специалиста находится в самом ее

основании. Но вместо этого я приведу пример, который чуть нагляднее покажет, почему ориентация только на личный опыт сулит в основном заблуждения.

Представим молодого человека, который каждый день ходит на работу и пересекает проезжую часть дороги не на зеленый, а на красный сигнал светофора. И при этом за 10 лет его ни разу не сбивал автомобиль. Он утверждает, что переходить дорогу на запрещающий сигнал светофора безопасно. И обязательно добавляет — «я проверял на личном опыте». Но мы знаем, что это классический пример заблуждения и есть статистика, которая показывает, что переходить дорогу на красный свет не безопасно. Более того, она утверждает, что неблагоприятные ситуации происходят, когда человек переходит дорогу и на зеленый сигнал. Гораздо реже, но происходят.

Однако личный опыт настолько сильно подкреплён эмоциями, что очень часто люди охотно на него ссылаются, хотя он и ведёт ко множеству заблуждений. Чтобы этого избежать, необходимо беспристрастно проверять теории, знания предков, домыслы. Именно так и формируется научное знание.

Именно благодаря научному знанию у нас есть лекарства, которые удвоили продолжительность

жизни. А о болезнях, которые в прошлом ежегодно становились причиной смерти миллионов людей, теперь почти ничего не слышно. Но даже там, где люди часто критикуют науку (например, в лечении онкологии), достигнуты большие успехи. Возможности бороться со многими видами рака постоянно расширяются.

По этой причине в данной книге я в первую очередь буду ссылаться на фундаментальные дисциплины и клинические исследования, чтобы максимально объективно поговорить с вами о самом доступном нам удовольствии — еде. Мы вместе пройдем путь от зарождения энергии пищи на солнце до причудливых диет.

СОЛНЦЕ, ЭНЕРГИЯ ПИЩИ И КАЛОРИИ. ЧТО К ЧЕМУ?

ЗАЧЕМ НУЖНА ЕДА?

Возможно, постановка вопроса «зачем нам нужна еда» вызывает улыбку. Тем не менее ответ на него можно дать исходя из разных аспектов нашей жизни.

Откроем «Руководство по семейному питанию» от FAO [1]. Это продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций, основной задачей которой является борьба с голодом. Там мы видим следующее определение.

«Пища — это то, что обеспечивает живые организмы питательными веществами. Питательные вещества — это вещества, обеспечивающие:

- энергией для активности, роста и функционирования организма — дыхания, переваривания пищи и сохранения тепла;
- материалами для роста и восстановления организма, а также для поддержания здоровья иммунной системы».

Со второй частью данного определения все более-менее понятно. Можно легко представить, как наши клетки делятся, у нас растут ногти, волосы, при ушибах или царапинах восстанавливается кожный покров. То есть мы практически своими глазами видим, как наш организм использует еду в качестве строительного материала. Но с первой частью возникают большие сложности, потому что слово энергия вызывает недопонимание. Мы не можем увидеть энергию, потрогать, да и вообще не ясно, как она используется.

И тут возникает множество возможностей для когнитивных искажений, волшебных диет, тайных знаний об определенных продуктах. Ведь еда помимо всего прочего является очень важным аспектом нашей социальной жизни. Мы получаем питательные вещества еще в утробе матери, потом с грудным молоком и перед самой нашей смертью все еще потребляем пищу. Еда прочно интегрирована в нашу жизнь и пронизывает ее на каждом этапе. Существуют культурные, национальные особенности употребления продуктов и даже семейные и индивидуальные. Большинство праздников или грустных событий нашей жизни также связаны с застольем. В течение жизни мы удивляемся различным сочетаниям вкусов, познаем новые блюда, рецепты и способы приготовления продуктов. Поэтому однозначно можно сказать,

что еда — это нечто большее, чем просто источник энергии и строительного материала.

Да, сейчас стали популярными идеи «топливного отношения к еде», когда любой продукт или блюдо воспринимается исключительно в качестве топлива для организма. Но, какие бы мыслительные ловушки мы ни выдумывали, еда будет оставаться для нас чем-то большим, чем просто топливо. И мы уж точно не сможем отрицать, что она является одним из самых доступных источников удовольствия. Удовольствие от еды — это ощущение благополучия, возникающее в результате удовлетворения естественного инстинкта. В него вовлечены два основных элемента: эмоциональное и психологическое напряжение, создаваемое первоначальным импульсом или желанием, и последующее удовлетворение этой внутренней потребности. Таким образом, удовольствие от еды явно соответствует двум основным требованиям жизни: воспроизведению и поддержанию [2]. Но безусловно, очень важно, чтобы еда не становилась единственным источником радости, не вытесняла и не замещала другие аспекты жизни.

Более того, наши пищевые привычки и особенности питания могут оказывать глобальное влияние. И не только на нас самих, но и на нашу планету. Например, в отчете научного журнала *Nature* говорится, что, если мы хотим уменьшить воздействие

изменения климата на планету к 2050 году, нужно есть радикально меньше мяса [3]. Каждый кусочек пищи из каждой тарелки, миски или кастрюли по всему миру требует небольшого кусочка ресурсов Земли.

Рацион человека создает нагрузку на окружающую среду, водные ресурсы, биоразнообразие и почти на все остальные показатели здоровья планеты. В 2019 году Йохан Рокстрём¹, Коринна Хоукс² и другие члены международной группы ученых предложили диету EAT-Lancet [4]. Это глобальный план питания, который к 2050 году теоретически мог бы накормить примерно 10 млрд человек. Он предусматривает резкое сокращение потребления мяса и увеличение в рационе человека фруктов и овощей. Но идея вызвала споры у представителей мясной промышленности и экономистов. На данный момент поиски планетарной диеты продолжаются.

А что, если бы мы перестали есть пищу, к которой привыкли, и перешли к потреблению исключительно питательной суспензии, выращенной в лаборатории, а не в почве или воде? Мы могли бы предотвратить потепление примерно на 1 градус

¹ Шведский ученый, эколог, специалист по устойчивости окружающей среды, пресноводным ресурсам.

² Всемирно известный специалист по продовольственным системам.

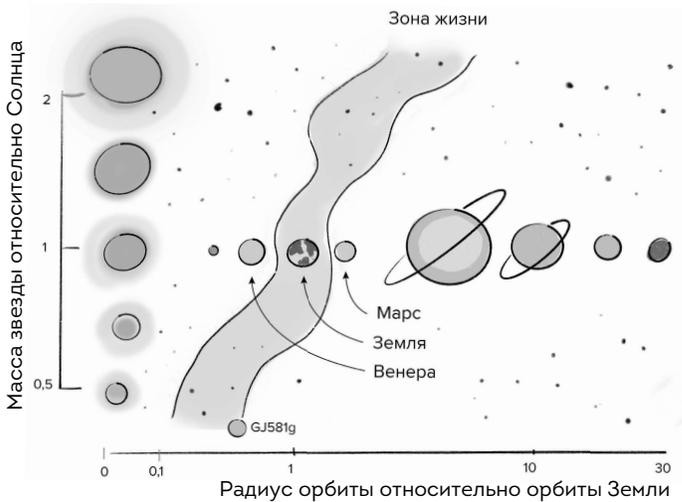
Цельсия в будущем [5]. Но выбор продуктов питания тесно связан с личными предпочтениями, культурой, религией, эмоциями, экономическими проблемами и многими другими факторами. Поэтому манипуляции с едой из пробирки пока что останутся в виде мысленного эксперимента или работ определенных энтузиастов.

ВМЕСТЕ С ТЕМ НЕЗДОРОВОЕ ПИТАНИЕ СОЗДАЕТ БОЛЬШОЙ РИСК ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ И СМЕРТНОСТИ, ЧЕМ НЕБЕЗОПАСНЫЙ СЕКС И УПОТРЕБЛЕНИЕ АЛКОГОЛЯ, наркотиков и табака, вместе взятые. Если говорить про гармоничные отношения с едой, которые имеют очень важное значение для нашего здоровья, то нельзя обойти стороной тот факт, что еда является источником энергии. И понимание того, откуда в ней берется та самая энергия, поможет нам разобраться в популярных диетах и даст четкое представление, за счет чего работают любые протоколы питания. Поговорим об этом дальше.

КАК СОЛНЦЕ СВЯЗАНО С ЕДОЙ?

Как вы думаете, без чего невозможно существование жизни на Земле? Понимаю, что хочется ответить — без мемов и видео с котиками. Но на самом деле без солнца.

Масса Земли относительно Солнца



Не было бы Солнца, не было бы ничего. Даже сторонников безумных диет, плоской земли и прочих мракобесов. Почему же благодаря нашему светилу возможна жизнь? Одна из причин заключается в том, что Земля находится [6] в пределах обитаемой зоны Солнца (также известной как «Зона Златовласки», или зона жизни). Казалось бы, что в этом такого? А дело в том, что данное расстояние не слишком далекое и не слишком близкое, чтобы получать обильную солнечную энергию, которая включает свет и тепло, необходимые для химических реакций.

В ядре Солнца происходят термоядерные реакции, в ходе которых водород превращается в гелий [7].

Видимая поверхность Солнца называется фотосферой. Именно здесь свет и тепло, поднимающиеся из ядра, распространяются в космос и достигают атмосферы Земли и других планет Солнечной системы.

На Земле верхний слой атмосферы (озоновый) фильтрует большую часть солнечного ультрафиолетового излучения, но часть пропускает на поверхность. Полученное тепло затем поглощается земным воздухом и земной корой, нагревая нашу планету и обеспечивая организмы источником энергии.

Мы с вами не можем преобразовывать энергию солнца в химическую энергию, т. е. в пищу. Но на это способны растения и другие организмы, например цианобактерии [8], посредством фотосинтеза. Этот процесс по сути представляет собой преобразование энергии солнца в энергию химических связей. Тут придется вспомнить биологию. Фотосинтез отвечает за производство и поддержание кислорода в атмосфере Земли и поставляет большую часть энергии, необходимой для жизни на планете [9]. Затем травоядные получают эту энергию, поедая растения, а плотоядные получают ее, поедая травоядных. Если очень сильно все упростить, то в бургере, который мы съедаем на обед, содержится та самая термоядерная энергия солнца.

Но вернемся к растениям. Внутри растительной клетки находятся небольшие органеллы, называемые хлоропластами, которые накапливают энергию солнечного света. Внутри мембран хлоропластов есть светопоглощающий пигмент хлорофилл, который отвечает за придание растению зеленого цвета. Во время фотосинтеза хлорофилл поглощает энергию волн синего и красного света и отражает волны зеленого света, благодаря чему растение выглядит зеленым.

В процессе фотосинтеза растения поглощают углекислый газ (CO_2) и воду (H_2O) из воздуха и почвы. В растительной клетке вода окисляется, то есть теряет электроны, а углекислый газ восстанавливается, то есть приобретает электроны. Это превращает воду в кислород и углекислый газ в глюкозу. Затем растение выпускает кислород обратно в воздух и сохраняет энергию в молекулах глюкозы.

Вполне логично возникает вопрос, насколько этот процесс преобразования эффективен, а именно, всю ли энергию солнечного света удастся сохранить? В лабораторных условиях реакции фотосинтеза имеют близкую к 100% квантовую эффективность, т. е. один квант света приводит к переносу одного электрона. Однако в самых идеальных природных условиях общая энергоэффективность не всегда достигает и 35%, так как не весь солнеч-

ный свет поглощается листом растений. А если взять в расчет потери на всех этапах биохимии то на большинстве сельскохозяйственных культур удалось получить лишь около 1–2% энергоэффективности, т. е. эти небольшие проценты энергии солнца сохраняются в растительном продукте, например, в зернах кукурузы [10–12]. Сахарный тростник является исключением, так как его эффективность может составлять почти 8%. При взгляде на эти цифры может показаться, что из-за такой энергоэффективности процесс фотосинтеза не так важен для существования жизни на земле, но это не так. Обилие растительности нивелирует потери преобразования энергии солнца в биомассу растений. И мы можем использовать растения не только в качестве источника пищи, но и используем энергетические ресурсы: уголь, природный газ, нефть. Которые также содержат запасенную энергию солнца, только полученную много лет назад. В процессе фотосинтеза синтезируются углеводороды, т. е. углеводы и жиры. Его еще называют биологической фиксацией углерода (запомните этот термин, мы к нему еще вернемся, когда дойдем до людей). В результате неорганический углерод превращается в органические соединения, в частности в ту самую глюкозу. Жизнь на Земле построена на соединениях, содержащих углерод, азот, водород и кислород. Сложные последовательности этих элементов вместе образу-

ют строительные блоки жизни. Из них состоят необходимые органические молекулы, такие как сахара, ферменты, белки и ДНК. Те, кто внимательно читали эту нудятину, наверное, задаются вопросом, почему ничего не было сказано про жиры? Ведь написано, что в растениях содержатся и они. Не буду усложнять и без того непростую тему. Скажу только, что углеводы и жиры имеют достаточно похожий состав химических элементов, а именно углерод (С), водород (Н) и кислород (О). Отличается лишь сама их последовательность. Поэтому жиры синтезируются ферментами растений из углеводов [13].

Но растения являются еще и источником растительного белка. А чтобы из аминокислот построить белки, нужен азот (N). И откуда растениям его взять? Азота много в атмосфере. Но есть проблема — растения не могут его напрямую в себя всосать. Вспомним про круговорот азота в природе и азотфиксирующие бактерии. Круговорот азота — это процесс, посредством которого азот превращается в различные химические формы по мере его циркуляции в атмосфере, почве и живых организмах. Происходит это непрерывно, и тем самым растения и животные могут использовать азот для своих нужд, и после их гибели он возвращается обратно в атмосферу. А решающую роль в этом процессе играют азотфиксирующие бакте-

рии. У них есть специальный фермент, который соединяет атмосферный азот (N) с водородом (H). В результате получаются нитраты и нитриты, а растения их могут поглощать своими корневыми волосками. А вообще, для растительных белков нужна еще сера (S), но в такие дебри предлагаю не погружаться, чтобы вы не выбросили эту книгу, и она не превратилась в перегной.

Вот теперь обобщаем все вышесказанное. Получается, что под действием энергии солнца, используя углерод из простых веществ (CO_2 из атмосферы), растения синтезируют белки, жиры, углеводы [14]. Такие производящие питательные вещества организмы называют автотрофами или первичными продуцентами (если совсем точно, то фотавтотрофами). В пищевой цепи они находятся на самом низком уровне, но являются причиной, по которой на Земле все еще есть жизнь [15].

Животные и люди, сколько бы ни стояли на солнце, не способны получить вещества, которые можно использовать в качестве энергии. А вот ожоги запросто. Такие организмы называют гетеротрофами [16]. Они не могут производить собственную пищу, поэтому должны что-то или кого-то есть. В пищевой цепи гетеротрофы будут являться первичными, вторичными, третичными потребителями, но не продуцентами, как растения.

Таким образом, растения являются источником питательных веществ. Мы едим растения или животных, которые ели эти растения, или животных, которые ели животных, которые ели растения, или... Я думаю, вы поняли.

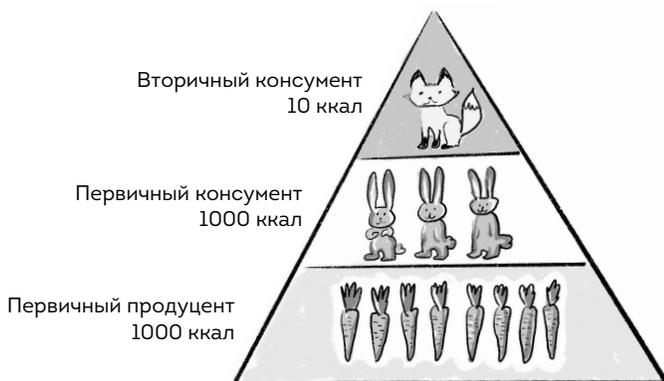
Далее чуть упрощаем. Мы с вами дышим. Зачем? Чтобы не было скучно? Нет, конечно, нам нужен кислород. Он необходим, чтобы окислить (сжечь) питательные вещества, которые мы едим, и при этом высвободить энергию [17]. Ту самую энергию солнца. Если немного пофилософствовать, то можно предположить, что биологическая масса на нашей планете вообще не меняется, а лишь переходит из одной формы в другую. Ну если только инопланетяне не занесут чего-нибудь с других планет.

Мы уже затрагивали вопрос эффективности фотосинтеза. Дело в том, что при такой передаче солнечной энергии от растений к животным, а от них к другим животным и далее по цепочке, неизбежны потери в виде выделения тепла, метаболизма и других процессов. И исходя из этого был сформулирован закон (хотя автор не называл бы это законом, но так закрепилось) Раймонда Линдемана, или Закон 10% [18]. Согласно ему при переходе энергии от одного уровня к другому передается лишь около 10%. Остальное теряется в процессе переноса.

Например, Солнце выделяет 100 тыс. Дж энергии, растения запасают только 1000 Дж энергии от солнечного света (исключение из закона — растениями от солнца поглощается только 1% энергии). После этого корова, съев растение получит 100 Дж (10% энергии). Волк, съев корову, получит 10 Дж (10% энергии коровы). Человек, если съест волка, получит 1 Дж (10% энергии волка) и т. д. Конечно, в реальности передается не всегда 10%. Доля энергии может доходить и до 35%. Но факт состоит в том, что часть энергии теряется.

Пример с морковкой, зайцами и лисой вы можете посмотреть на рисунке ниже.

Закон Линдемана о 10%



Вот такой сложный процесс передачи энергии, которая поступает на Землю, преодолевая 150 млн километров. А о том, что с ней происходит внутри нашего организма, поговорим далее.

ЗАКОНЫ ФИЗИКИ И ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ОРГАНИЗМ

Ну что, дорогие мои биологи, мы продолжаем достаточно сложную тему. И чтобы упростить восприятие, давайте проведем аналогию с автомобилем. Итак, мы заправляем автомобиль одним видом топлива. Это может быть бензин, дизель, газ, а кто-то стал сторонником зеленой энергетики и использует электромобили. Двигатель автомобиля не может работать на двух видах топлива одновременно, поэтому, приезжая на заправку, мы выбираем именно тот, который для него предназначен.

Выше мы выяснили, что в качестве источника энергии человек потребляет органические соединения, которыми являются белки, жиры и углеводы. По аналогии с автомобилем нашему организму нужен один универсальный источник энергии, а не три. Что же делать?

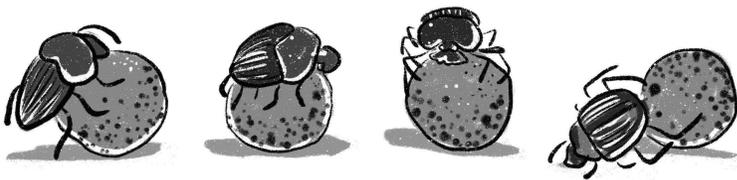
Теперь чуть усложним. Универсальный источник энергии [19] имеет сложное название аденозинтрифосфат (АТФ). В нашем организме химические связи органических соединений разрываются, и все это преобразуется в такую универсальную валюту — АТФ. Причем ее мы за день производим столько, что она по массе сопоставима с мас-

сой нашего тела [20]. Запасы АТФ можно представить в виде батарей, в которых хранится энергия [21]. И дальнейшее использование этой энергии приводит в действие все процессы нашего организма.

Сейчас придется вспомнить еще один сложный предмет из школьной программы. В основе понимания феномена жизни и процессов, которые протекают в человеческом организме, как и в организме любого живого существа, лежат законы физики [22]. Они используются для объяснения многих функций организма, включая механику мышц и движений тела, механику движения крови и воздуха, слуховые и акустические свойства ушей, зрительную оптику, тепло, энергию и электрические сигналы. Причем эти законы будут существовать вне зависимости от нашей веры в них. Можно не верить в закон всемирного тяготения, но если мы прыгнем с высокой поверхности вниз, то за счет гравитации очутимся на земле, а не зависнем в воздухе.

Как только на Земле возникла жизнь, она распространилась по планете и приняла замечательные и порой удивительные формы. И на первый взгляд может показаться, что она безгранична в своем размахе. Но как бы банально это ни звучало, жизнь должна подчиняться законам физики. Да, мы ограничены в понимании некоторых про-

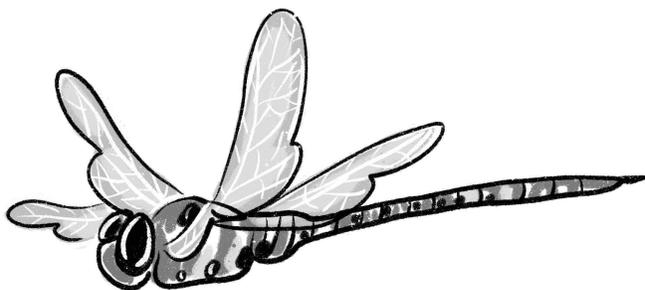
цессов, но тем не менее физические явления пронизывают все формы жизни. И даже небольшие живые организмы демонстрируют законы физики в процессе своего существования. Давайте посмотрим на навозного жука, который катит свое богатство. Да, понимаю, не самый лучший пример для книги про еду, но какой есть.



Можно сказать, что жук реализует принцип колеса. И именно физика, а не случайные эволюционные изменения, позволяют жуку использовать такой своеобразный транспорт.

Перейдем к более сложным процессам. Полет насекомых является изысканным примером биофизики [24]. И в основе такого явления лежат изученные физиками аэродинамический подъем, характерная форма крылышек, которая позволяет создать область низкого давления над крылом, а также механизм «хлопай и бросай». Когда крылья толкаются в обратном направлении, они схлопываются вместе. Такой маневр вытесняет воздух между ними и обеспечивает дополнительную тягу. Потом крылья начинают свой передний

ход и раздвигаются; воздух, который устремляется, чтобы заполнить зазор, улучшает циркуляцию над поверхностью крыла и, таким образом, увеличивает подъемную силу. Только благодаря высокоскоростной фотографии ученые относительно недавно узнали, как насекомые используют каждый нюанс физики для осуществления полета.



В основе человека, насекомых, в том числе навозного жука, и всех других существ, лежат молекулы. И они также подчиняются законам физики. В качестве примера возьмем аминокислоты, которые являются строительными блоками белков. Цепочки аминокислот, как и молекулы, склонны сворачиваться таким образом, чтобы достичь своего самого низкого энергетического состояния. Каждый последующий этап складывания для поиска наиболее стабильного состояния, чтобы все не развалилось, управляется термодинамикой. И как бы нам ни казался этот процесс случайным, чтобы выбрать для конкретных белков опреде-

СОЛНЦЕ. ЭНЕРГИЯ ПИЩИ И КАЛОРИИ. ЧТО К ЧЕМУ?

ленную форму, работают фундаментальные законы физики [25].

Итак, мы убедились, что все организмы подчиняются законам физики и жестко ограничены универсальными принципами, которые действуют в любом масштабе, начиная с целого организма, заканчивая молекулярным и субатомным уровнем. И конечно же, человеческий организм не исключение.

Если мы с вами говорим про еду, то в этом контексте главным законом, конечно, является первый закон термодинамики или закон сохранения энергии [26]. Он гласит: «Энергия не может быть ни создана, ни уничтожена, но может быть преобразована из одной формы в другую». А мы уже выяснили, что для нас источником энергии является пища. И, судя по написанному выше, из ниоткуда еда возникнуть не может. Мы должны где-то ее найти, купить или отобрать и съесть. А организм уже может использовать полученную энергию по трем направлениям: запasti в виде жира, преобразовать в АТФ для последующего использования или рассеять в виде тепла [27].

А так как все потребляемые нами продукты отличаются друг от друга, возникает вопрос, как же измерить и понять, сколько энергии содержится в той или иной еде. И об этом мы поговорим с вами далее.

КАЛОРИИ, ДЖОУЛИ И ДРУГАЯ СКУКОТА

Может показаться, что расчеты количества энергии — это просто какие-то математические заморочки. Но так как еда содержит основные компоненты (белки, жиры, углеводы) в разных пропорциях, они имеют очень важное практическое применение. Как минимум благодаря расчетам есть возможность оценить, насколько питательны имеющиеся запасы продовольствия. А как максимум — проанализировать рационы населения (или даже отдельных лиц) и понять, соответствуют ли имеющиеся в магазинах продукты их потребностям. Поэтому оценка энергетической ценности еды имеет важное значение для социально-экономической сферы и для здравоохранения.

ПОДСЧЕТ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ПРОДУКТОВ ПОМОГАЕТ РЕШИТЬ ДВЕ ПРОТИВОПОЛОЖНЫЕ ПРОБЛЕМЫ — ЭТО НЕДОЕДАНИЕ И ОЖИРЕНИЕ. Недостаточное потребление энергии (недоедание) по-прежнему ограничивает потенциал людей, а избыточное все чаще приводит к очень высокой распространенности ожирения (с сопутствующими ему осложнениями) во всех социально-экономических слоях как в развивающихся, так и в развитых странах. На данный момент,

покупая продукты, например, в супермаркете, на упаковках можно встретить такие обозначения, как калории и джоули. Что это такое и как их определяют? Давайте разбираться.

Главный источник [28], который нам в этом поможет, — документ ФАО, который называется «Пищевая энергия — методы анализа и коэффициенты пересчета». И начнем мы с такой единицы измерения, как калория. Кстати, она не является стандартизированной. «Стоп, погоди, как это не является? На упаковке с пельменями же написано», — спросите вы. Да, но дело в том, что в системе международных единиц СИ есть джоуль (Дж), а калории нет.

Напомню, что такое СИ (от французского *Système International d'Unités*) — современная метрическая система измерения. Она была учреждена в 1960 году XI Генеральной конференцией по мерам и весам. Эта конференция является международным органом, обеспечивающим широкое распространение СИ и модифицирующим ее по мере необходимости, чтобы отражать последние достижения в области науки и технологий.

Полное официальное описание системы вместе с ее толкованием содержится в действующей редакции Брошюры СИ [29], которая издается на французском языке с 1970 года.

СИ была создана французскими учеными и впервые широко внедрена после Великой французской революции. До введения метрической системы единицы выбирались независимо друг от друга, поэтому пересчет из одной в другую был сложным. Особенно неудобно было все это использовать в международной торговле, когда одни продавцы взвешивают апельсины (например) в килограммах, а другие в каких-нибудь чашках. А сейчас, если мы откроем Брошюру СИ, мы увидим килограммы, амперы, ватты, джоули и другие единицы измерения с описанием, символами, международными обозначениями. Как говорится, «удобненько».

Несмотря на рекомендацию более 30 лет назад использовать для обозначения энергетической ценности продукта только джоули, многим ученым и неученым потребителям до сих пор трудно отказаться от использования калорий. Да нам это и не так принципиально.

Если мы будем вместо калорий считать джоули, в морковке все равно не появится больше энергии, чем в чипсах. А было бы неплохо, особенно если чипсы со вкусом сыра... ой, что-то мы отвлеклись.

Итак, энергию пищи можно выразить в джоулях и калориях. А теперь давайте поговорим о том, как же измеряют эту энергию. Ведь на продуктах, ко-

торые мы покупаем, уже указаны какие-то значения, значит, эти цифры не спускаются на скрижалях с небес, а их как-то вычисляют. Теоретическое максимальное содержание энергии в пище можно измерить с помощью бомбовой калориметрии. Почему только теоретическое? А потому что наш организм не механизированное устройство и, соответственно, пища может перевариться и усвоиться не вся. Часть энергии теряется с мочой, фекалиями. Но об этом чуть позже. Пока давайте рассмотрим, что представляют собой эти устройства для измерения энергии пищи. А для этого минуточка истории.

На данный момент мы с вами знаем, что люди и животные выделяют тепло. Понимаем, как оно образуется, какие химические реакции протекают, но так было не всегда. Раньше считалось, что наши тела не выделяют тепло, а наоборот, его накапливают из внешних источников. Такая концепция называлась врожденным огнем, ну или жизненной силой [30]. Согласно древнегреческим врачам, жизненно важное тепло производится сердцем, поддерживается пневмой (воздухом или душой) и циркулирует по телу в кровеносных сосудах. Гален¹ писал, что «сердце является как бы очагом и источником врожденного тепла, кото-

¹ Древнеримский медик, хирург и философ греческого происхождения.

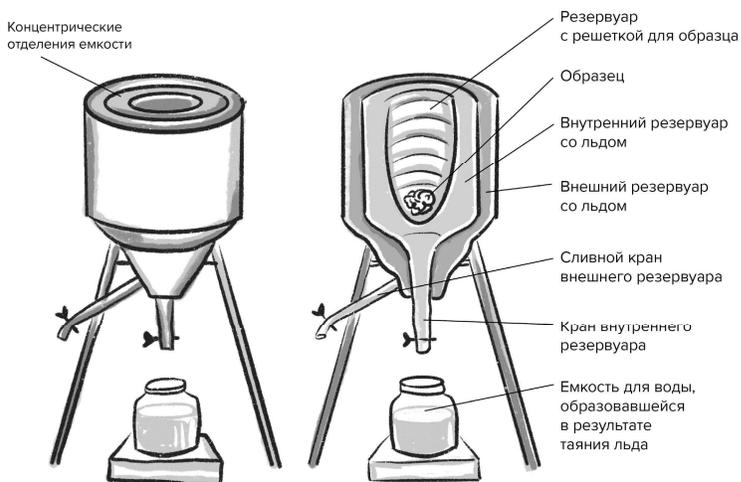
рым управляет животное». В XI веке Авиценна¹ согласился с этим представлением, заявив в своем «Каноне медицины» [31], что сердце производит дыхание, «жизненную силу или врожденное тепло» внутри тела. И даже в Циклопедии (одна из первых общих энциклопедий) 1728 года тепло организма описывается следующим образом: «Это есть не что иное, как истощение частей крови, вызванное ее циркуляционным движением, особенно в артериях» [32]. Сейчас такие представления о физиологии человеческого организма и животных кажутся забавными и, возможно, смешными, но стоит заметить, что XVIII век — это не так уж и давно.

Во второй половине XVIII века французский ученый Антуана Лавуазье использовал первый в мире калориметр для животных — устройство для измерения выработки тепла живым организмом [33]. Благодаря его наработкам и были изобретены приборы для определения количества энергии в еде.

Давайте рассмотрим калориметр Лавуазье (рисунок ниже). Внешняя оболочка прибора была заполнена тающим снегом для поддержания постоянной температуры 0°C вокруг внутренней оболочки, заполненной льдом. Под внутренней оболочкой рас-

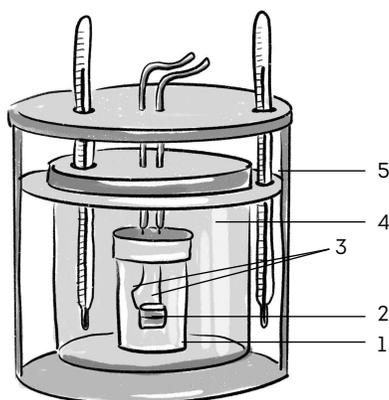
¹ Средневековый персидский ученый, философ и врач.

полагалась проволочная клетка, в которой находилась морская свинка. По мере того, как лед таял от тепла, выделяемого морской свинкой, вода вытекала из калориметра, собиралась и взвешивалась. Каждый килограмм представлял собой 80 ккал тепла, выделяемого животным. Лавуазье отметил, что за 10 часов морская свинка растопила 0,37 кг льда, выделив таким образом 29,6 ккал тепла ($0,37 \text{ кг} \times 80 \text{ ккал тепла/кг}$). Он пришел к выводу, что «дыхание есть горение». То есть дыхательный газообмен представляет собой горение, подобное горению свечи.



И, как свече для поддержания горения и выделения тепла, живым существам для «сжигания» еды нужен кислород.

В наше время используют уже более усовершенствованные устройства — бомбовые калориметры, как на рисунке ниже.



Бомбовый калориметр представляет собой прочный, герметически закрывающийся сосуд-бомбу 1, окруженную «водяной рубашкой» 4. Образец горючего вещества известной массы помещается в тигель 2 внутри бомбы с чистым кислородом и поджигается электрической искрой. Цифрой 3 обозначены электрические провода для поджига образца, 5 – теплоизолирующий корпус.

Они выдерживают большее давление внутри чаши для измерения во время реакции. Для воспламенения топлива (продукта) используется электрическая энергия. По мере сгорания топлива нагревается окружающий воздух, который расширяется и выходит через трубку, нагревая воду снаружи трубки. Изменение температуры воды позволяет рассчитать калорийность продукта. Средняя теплота сгорания [34] получается следующей: белки — 5,7 ккал/г, жиры — 9,5 ккал/г, углеводы —

4,1 ккал/г. И наверное, те, кто хоть немного знаком с темой калорий, заметили несостыковку. Откуда она возникла, давайте разбираться.

Как мы уже говорили выше, человеческое тело не является совершенным двигателем и не сжигает еду настолько эффективно. Поэтому перед учеными встала задача разработать коэффициенты преобразования пищевой энергии, чтобы понять, сколько же ее все-таки теряется в процессе пищеварения, всасывания и выделения. Это оказалось нелегко. С конца XX века было разработано большое количество коэффициентов, в результате возникла путаница. Нужно было все как-то систематизировать и решить, что же использовать.

Первая система коэффициентов, которая была разработана, названа в честь самого ученого — система общих факторов Этуотера. Уилбур Олин Этуотер был одним из самых влиятельных исследователей питания в Соединенных Штатах. Он родился в 1844 году в Джонсбурге, штат Нью-Йорк, и изначально собирался стать инженером-строителем. Вместо этого Этуотер получил докторскую степень по сельскохозяйственной химии в Йельском университете и провел два года, изучая сельскохозяйственную и физиологическую химию в Германии. В конце концов он переключил свое внимание на анализ химического состава пищи

и отправился в Мюнхен, где изучил новые немецкие методы анализа содержания макронутриентов в пище. По возвращении домой Этуотер сразу же начал применять эти знания на практике.

В 1890-х годах ученый нашел финансирование для создания первого в стране аппарата дыхательного калориметра в Уэслианском университете. Это было необходимо чтобы выяснить, «сколько каждого из различных питательных ингредиентов пищи человек действительно потребляет при различных условиях отдыха и работы». Вот как он описал свое изобретение в журнале *Century Magazine* [35] в 1897 году: «Эксперименты проводятся с человеком внутри шкафа, или, как его называют, дыхательной камеры. На самом деле это медный ящик, заключенный в кожух из цинка и дерева. В нем человек живет — ест, пьет, работает, отдыхает и спит. Имеется постоянный приток свежего воздуха для проветривания. Температура поддерживается на уровне, наиболее приятном для жильца. В камере есть небольшая раскладушка-кровать, стул и стол. Днем кровать складывается и откладывается в сторону, чтобы человек мог сидеть за столом или ходить взад-вперед. Его прогулка, однако, ограничена: помещение имеет 7 футов в длину, 4 фута в ширину и 6 футов в высоту¹. Пища и питье подаются в камеру через отвер-

¹ Примерно 2,1 м в длину, 1,2 м в ширину и 1,8 м в высоту.

ствие, которое помимо этого служит для удаления твердых и жидких продуктов выделения, а также для ввода и вывода туалетных принадлежностей, книг и других вещей, необходимых для комфорта и удобства».

В этих первых экспериментах Этуотер использовал калориметр, чтобы измерить, сколько энергии человек потребляет при различных видах деятельности. Эксперимент длился 12 дней, в течение которых участники три дня по восемь часов в день были задействованы в физическом труде, связанном



Субъект выходит из большого дыхательного калориметра

с поднятием отягощений, три дня участвовали в умственном труде и три дня полного отдыха. Благодаря использованию своего калориметра Этуотер смог изучить метаболизм человека и расход калорий более тщательно, чем кто-либо прежде.

В итоге у Этуотера получилось вывести коэффициенты потери энергии при пищеварении, всасывании и выведении мочевины с мочой, так как рацион участников эксперимента был тщательно проанализирован, и мочу с калом дополнительно сжигали в калориметре. Получились следующие цифры: энергетическая ценность составляет 4,0 ккал/г для белков, 9,0 ккал/г для жиров и 4,0 ккал/г для углеводов. Ну и спирт с округленным значением 7,0 ккал/г или неокругленное значение 6,9 ккал/г. Система Этуотера получила широкое распространение — отчасти из-за ее очевидной простоты.

Этуотер внес еще один очень важный вклад в науку. Своими многочисленными экспериментами он доказал, что закон сохранения энергии применим к людям, а не только к животным, вопреки существовавшему мнению об уникальности людей.

Чтобы немного систематизировать цифры, которые были перечислены, давайте отобразим все в таблице.

Макро- нутриент	Теплота сгорания в калориметре	Коэффициент доступности	Доступная энергия
	ккал/г	%	ккал/г
Белки	5,7	92	4,0
Жиры	9,4	95	8,9
Углеводы	4,1	97	4,0

На первый взгляд может показаться, что проблема решена. Мы теперь знаем коэффициенты и можем понять, сколько энергии организм тратит на переваривание, всасывание и выведение. Но все не совсем так. Работа Этуотера показала, что полученные коэффициенты являются средними значениями. К тому же они были получены при смешанной диете, когда испытуемые потребляли белки, жиры и углеводы вместе, а не по отдельности. По этой причине значения для отдельных продуктов могут отличаться.

Понимая это, с середины 50-х годов ученые начали выводить модификации коэффициентов Этуотера. Например, в 1970-х годах Д.В. Дурнин и Д.А. Саутгейт [36] добавили коэффициент для простых сахаров (глюкозы), и доступная энергия составила 3,75 ккал/г. Позднее они рекомендовали использовать для пищевых волокон значение 2,0 ккал/г, учитывая, что 70% волокон подвергается ферментации в кишечнике и часть энергии, вырабатывае-

мой при брожении, теряется в виде газа или с фекалиями.

Если вы думаете, что уже можно запутаться, то это еще не все. Аннабель Меррилл и Бернис Уотт из Министерства сельского хозяйства США объединили результаты 50-летних исследований и вывели различные коэффициенты для белков, жиров и углеводов в зависимости от продуктов, в которых они содержатся [37]. Называется их работа «Система специфических факторов Этуотера». Что же предложили ученые?

Белки различаются по своему происхождению, могут быть животной или растительной природы. А значит, и их составные компоненты — аминокислоты, точнее, их составы — также отличаются. И, следовательно, теплота сгорания тоже будет различаться. Например, теплота сгорания белка в рисе примерно на 20% выше, чем у белка в картофеле, и для каждого из них следует использовать разные коэффициенты. Помимо этого, Меррилл и Уотт предложили учитывать и степень обработки продукта. Ведь на усвояемость зерна (и содержание в нем клетчатки) может влиять способ помола.

И чтобы точно всех запутать, авторы создали целый набор таблиц для продуктов. Отрывок из такой таблицы можно посмотреть ниже.

Продукт	Белок ккал/г	Жир ккал/г	Углеводы ккал/г
Яйца	4,36	9,02	3,68
Молоко	4,27	8,79	3,87
Ячмень, перловка	3,55	8,37	3,95
Кукурузная мука цельномолотая	2,73	8,37	4,03
Сорго цельнозерновой	0,91	8,37	4,03
Картофель, крахмалистые корнеплоды	2,78	8,37	4,03

Может показаться, что теперь-то точно все учли и можно жить спокойно. Но опять возникает проблема. Часть энергии пищи не только теряется с фекалиями, мочой, но и расходуется на химические процессы, которые протекают в нашем организме. И если это учесть, то вот тогда можно получить так называемую чистую энергию [38], т. е. ту, которая необходима и используется для роста, размножения, передвижения, дыхания и т. д. К слову, такие расчеты активно используются в животноводстве. Система чистой энергии была внедрена в кормление крупного рогатого скота и свиней и позволила экономить на закупках корма до 2% [39].

Приведем пример. Мы с вами уже говорили о том, что энергетическое значение спирта составляет

7,0 ккал/г. А если его перевести в чистую энергию, то получим 6,3 ккал/г.

Для большей наглядности, давайте объединим систему предложенную Этуотером, модифицированные системы и систему чистой энергии в одну таблицу.

	Система Этуотера	Модифицированные системы Этуотера, если не учитывать продукты по отдельности	Чистая энергия
	ккал/г	ккал/г	ккал/г
Белки	4,0	4,0	3,2
Жиры	9,0	9,0	9,0
Углеводы	4,0	4,0	нет данных
Спирт	7,0	6,9	6,3
Пищевые волокна ферментируемые	не учитывает	2,6	1,9

В результате множества подходов на техническом семинаре ФАО возникла путаница. Ее итогом стали следующие рекомендации.

БЕЛКИ — 4 ккал/г. При этом необходимо учитывать аминокислотный состав в ситуациях, когда пища используется в качестве единственно-

го источника питания, например, детская смесь и продукты, разработанные специально для особых диетических условий.

ЖИРЫ — 9 ккал/г. В случае с новыми жирами (такими как салатримы) содержание неперевариваемых жиров не должно включаться в энергетическую ценность пищи.

Салатримы — новая пищевая добавка, одобренная в качестве низкокалорийного заменителя жира.

УГЛЕВОДЫ — 4,0 ккал/г. Но для простых сахаров следует использовать значение 3,75 ккал/г.

СПИРТЫ — 7 ккал/г.

Таким образом, суммарную энергетическую ценность рациона мы можем выразить в калориях. А точнее, в килокалориях, 1 ккал равна 1000 калорий.

Но так как маленькие калории в обиходе не используют, обозначая все в килокалориях, часто их упрощают и говорят — калории [40].

Мы уже с вами определились, что еда является источником энергии, а эту энергию можно выразить в виде калорий.

И чтобы понять, как количество энергии влияет на нашу массу тела, далее поговорим про энергетический баланс в организме человека.