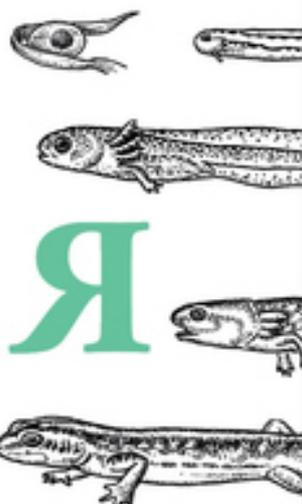


Простая наука для детей



# НЕСКУЧНАЯ БИОЛОГИЯ



**Что  
такое  
вид?**



Что такое амеба?



**Все мы вышли  
из яйца?**



Зачем павлину хвост?

**Бабочки  
МОГУТ  
БЫТЬ  
ЯДОВИТЫМИ?**



*Аванта*

Простая наука для детей

Алексей Целлариус

**Нескучная биология**

«Издательство АСТ»

2017

УДК 087.5:57  
ББК 28я2

**Целлариус А. Ю.**

Нескучная биология / А. Ю. Целлариус — «Издательство АСТ»,  
2017 — (Простая наука для детей)

ISBN 978-5-17-100865-9

Кто сказал, что наука – это сложно? Это весело и очень интересно! :) В нашей «Нескучной биологии» замечательный автор – биолог и популяризатор науки Алексей Юрьевич Целлариус просто и занимательно расскажет о том, почему наша планета особенная, из чего состоит все живое на земле, как растения и животные стали сухопутными, о том, зачем павлину хвост, а крокодилу зубы, что такое эволюция и естественный отбор, и о многом-многом другом, что имеет отношение к биологии. Для среднего школьного возраста.

УДК 087.5:57

ББК 28я2

ISBN 978-5-17-100865-9

© Целлариус А. Ю., 2017  
© Издательство АСТ, 2017

# Содержание

Предисловие	6
Кое-что о жизни вообще	7
Странная планета	7
Четыре кита	9
Еда, скелет и броня	11
Основа основ	15
Память поколений	17
Липиды	20
Вещество и энергия	23
Самообслуживание	24
Конец ознакомительного фрагмента.	25

# **А. Ю. Целлариус**

## **Нескучная биология**

Художники: И. М. Магид, О. А. Герасина, К. В. Макаров, Т. С. Проказина, О. П. Багина, Е. Ю. Бакун, А. Е. Бринев, Н. В. Бурнашева, Е. А. Журавлев, Е. А. Коблик, С. В. Крускоп, С. В. Наугольных, В. А. Полевод, Ю. А. Станишевский

© Целлариус А. Ю., текст, 2017

© ООО «Издательство АСТ», 2017

## Предисловие

Интерес к живым существам возник задолго до появления человека, еще в те далекие времена, когда впервые возник более или менее сложный мозг. Не только обезьяны, кошки и собаки, но даже мыши и ящерицы интересуются другими живыми существами гораздо больше, чем камнями, луной, звездами и облаками. У нашего далекого волосатого предка интерес ко всему живому наверняка был еще сильнее, хотя бы потому, что мозг у него был получше мышинного, и он понимал, что он тоже живое существо. Интерес этот не ограничивался чисто практическими соображениями. Только благодаря неумному любопытству человек стал человеком. Посмотрите на себя. Что, вы купили эту книгу, чтобы лучше подготовиться к экзаменам? Или блеснуть эрудицией? Или научиться лечить прыщи? Да нет, вам просто «интересно».

Эта книга – не учебник биологии и не пособие для подготовки к экзаменам (хотя и в этом качестве она может оказаться небесполезной). Мы просто попытаемся рассказать вам об основных законах, управляющих жизнью на Земле, и о некоторых живых существах, как малоизвестных, так и хорошо знакомых, но от того не менее удивительных. Подробно рассказать о такой широкой области знаний, как биология, в одной книге просто невозможно. Что-то пропущено, по чему-то взгляд только скользнет, не задерживаясь. Но если ваш интерес к живому не насытится, а только возрастет – значит, все в порядке.

## Кое-что о жизни вообще

### Странная планета



Если бы существовал некий бесплотный дух, странствующий во Вселенной и мыслящий во вселенском масштабе, то наша Земля должна была бы вызвать у него недоумение. Вроде бы планета как планета, довольно заурядная, вертится себе, понемногу остывая. Состоит, в основном, из добропорядочных твердых веществ, каких и на других планетах пруд пруди. Но! Во-первых, почти все впадины планеты заполнены жидкой **водой**. Это уже огромная редкость, на большинстве других планет воды мало и она или газ (пар), или твердое вещество (лед). Жидкая вода – универсальный и очень агрессивный растворитель. Во-вторых, в атмосфере планеты полно чистого **кислорода**. Это уже вообще ни в какие ворота не лезет. Кислород тоже штука очень агрессивная, реагирует чуть ли не со всем на свете и на большинстве планет в чистом виде почти отсутствует, а входит в состав сложных веществ, оксидов. Все это говорит о том, что на поверхности планеты идут какие-то странные химические реакции.

Чтобы обнаружить на планете жизнь, вселенскому духу пришлось бы воспользоваться хорошим микроскопом. Это сами себе мы кажемся такими большими и значительными. Но в масштабах не только вселенских, но даже планетарных, мы простым глазом неразличимы. Если представить Землю шаром с диаметром двадцать метров (согласитесь, внушительное сооружение), то глубина земных океанов в среднем будет около пяти миллиметров, самые глубокие океанские впадины и самые высокие горы – около полутора сантиметров. Так, небольшие шероховатости. А пленка жизни на поверхности этого шара окажется вещью совершенно микроскопической, ни на глаз, ни на ощупь вы эту пленку не обнаружите, ну разве что цвет поверхности планеты будет местами зеле-новатым. Однако эта пленка состоит из огромных, по сравнению с любым другим веществом, и очень сложных молекул. Молекулы организо-

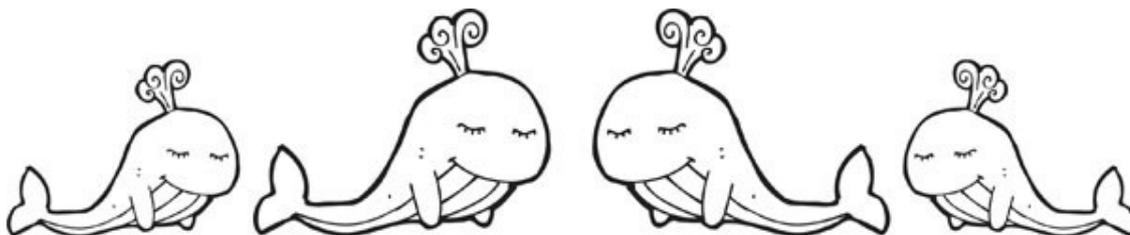
ваны в головоломные, но строго упорядоченные комплексы, и в этом микроскопическом слое идут совершенно необычные, очень бурные и стремительные химические реакции. И что особенно странно, реакции не замедляются, и количество гигантских молекул практически не меняется, хотя при такой химической активности весь реагирующий материал должен очень быстро израсходоваться и поверхность планеты должна прийти в тот разумный и приличный вид, какой имеют все остальные планеты такого типа.

Во вселенском масштабе жизнь – это, прежде всего, очень странный, совершенно невероятный химический процесс. Всякие другие странности, вроде устройства отдельных комплексов молекул и их поведения, на этом фоне просто теряются. И изобретенный нами вселенский дух, скорее всего, никогда бы не узнал, что эта микроскопическая пленка состоит из кошек, собак, людей, деревьев и инфузорий, что они спят, охотятся и играют, что-то любят, а чего-то терпеть не могут.

Химические процессы, из которых, собственно, жизнь и состоит, изучает раздел биологии – **биохимия**. Хотя бы самое минимальное представление о ней стоит иметь любому биологу, даже если он занимается изучением семейной жизни бенгальских тигров. Давайте коснемся этой науки и мы.

## Четыре кита

Основу любого живого организма составляют четыре группы веществ: **белки, нуклеиновые кислоты, углеводы и жиры**, точнее – липиды. Первые две группы веществ имеют очень крупные молекулы. И молекулы эти состоят не из простой углеродной цепочки, а из последовательности сложных звеньев. Эти звенья повторяются в цепи в определенном порядке. Вся макромолекула называется *полимером*, а ее звенья – *мономерами*.



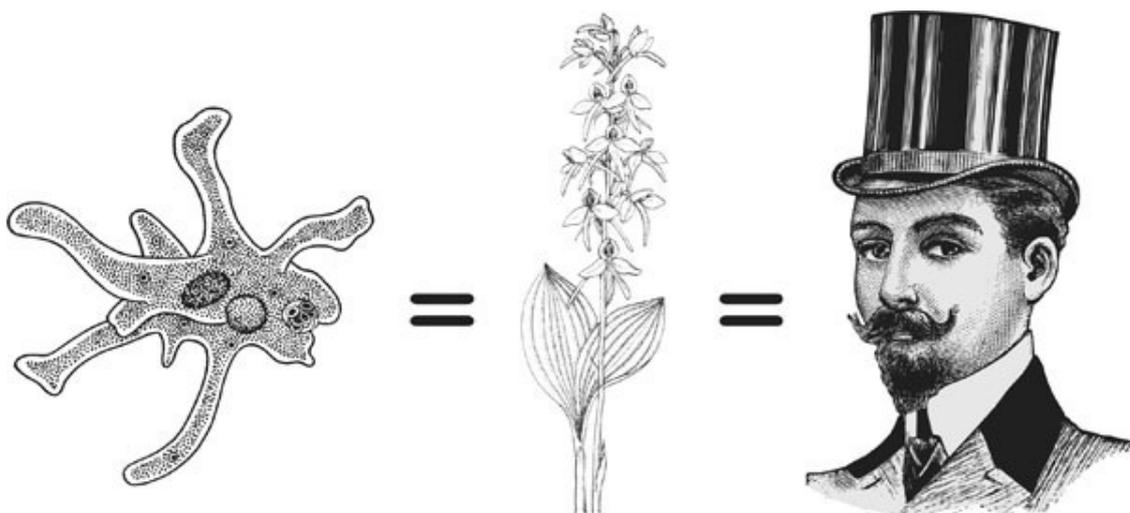
В белках и нуклеиновых кислотах последовательность мономеров не только определяет форму молекулы и ее химические свойства. Она еще служит кодом, несущим определенную информацию. И этот код определяет все процессы, идущие в живом организме. А вот углеводы (поли-меры сравнительно простые) и липиды (которые вовсе не полимеры) хранителями информации не являются.

В состав всех живых организмов входят: углерод, водород, кислород, азот, фосфор, сера, натрий, калий, кальций, хлор, магний, железо, медь, марганец, цинк, кобальт. Некоторые эксцентричные существа включают в себя кремний, йод, бор и прочие изыски. Но таких сравнительно немного. Асцидии, наши дальние родственники по типу хордовых, выделяют из морской воды и накапливают в своем организме довольно редкий элемент ванадий.

При всем огромном разнообразии живущих на Земле организмов биохимические процессы, происходящие в них, на удивление сходны. Сходны живые существа и по химическому составу. С точки зрения биохимика, амeba практически ничем не отличается от нас с вами. Даже растения и животные, существа с разным способом получения энергии, во многом подобны. Сильно уклоняющиеся формы встречаются только среди бактерий, самой древней группы живых существ, от которой, вероятно, произошли все остальные формы жизни.

Говоря о четырех китах, на которых держится жизнь, мы следовали биохимической традиции. На самом деле этих китов пять, и пятый из них – простая вода. Всякий живой организм больше чем наполовину состоит из воды. Вода служит транспортным средством, доставляющим из одной части организма в другую необходимые вещества. Вода участвует во многих биологических процессах и как самостоятельный активный элемент, и в качестве растворителя.

С точки зрения биохимика, амeba, орхидея (любка) и человек почти не отличаются



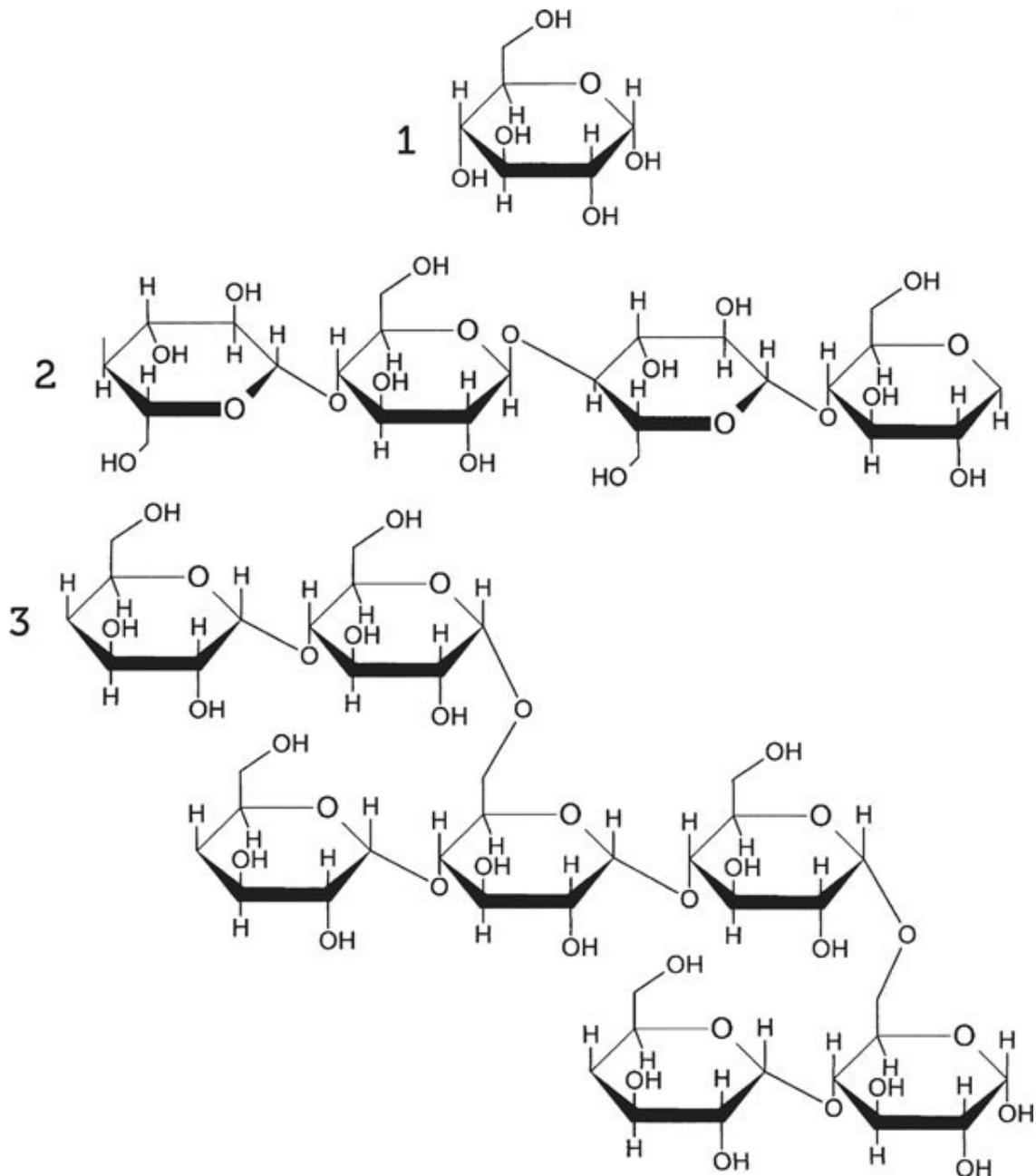
## Еда, скелет и броня

Если рассматривать углеводы только с точки зрения их состава, то оказывается, что, кроме углерода, в них присутствуют водород и кислород, причем в том же соотношении, что и в воде. Общая формула углеводов –  $C_x(H_2O)_y$ , они как бы состоят «из угля и воды», почему и получили такое название. Углеводы могут образовывать простые цепочки, ветвящиеся цепочки, могут складываться в кольцевые структуры. Роль их в химической кухне организма велика и разно-образна.

Углеводы, которые не полимеры и состоят из простой цепочки (или кольца), называются **сахарами**. Они имеют сладкий вкус, и их название всегда оканчивается на «-оза» – *рибоза, сахароза, глюкоза, фруктоза*. Правда, такие есть и среди других углеводов, например, целлюлоза, которая сахаром никак не является. Почему она имеет такое же окончание? – вопрос к химикам.

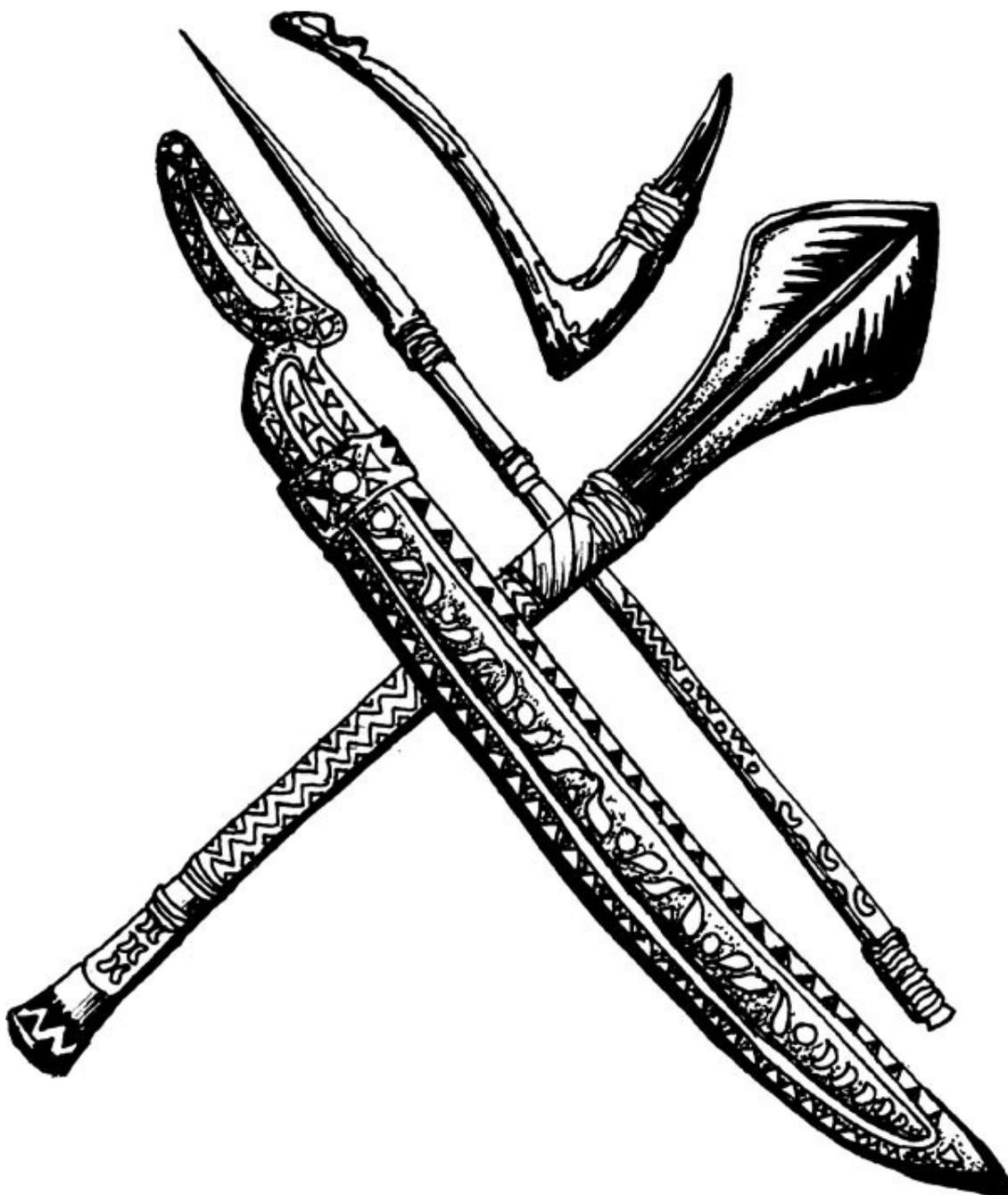
Сахара могут служить источником энергии, организм расщепляет их на составные части и использует для самых разных целей энергию их химических связей. Но не менее важная их роль – участие в синтезе многих необходимых организму соединений.

Сахара и их «кусочки» используются при сборке многих ферментов, нуклеиновых кислот, в том числе ДНК. Используются сахара и для синтеза полимерных полисахаридов, в которых они выступают в качестве мономеров.



Углеводы: 1 – глюкоза; 2 – простая цепочка молекул глюкозы; 3 – цепочки глюкозы, соединенные водородными связями (целлюлоза)

Полисахариды выступают в основном в двух качествах. Это или запас пищи, или одновременно опора и защита. Запасами пищи обычно служат крахмал (у растений) или гликоген (у животных). И то и другое – ветвящиеся цепочки из глюкозы, но отличающиеся по размеру и форме. И то и другое откладывается организмом про запас, причем иногда в большом количестве. В случае нужды они служат одновременно источником энергии, которая выделяется, когда их молекулы «рвут на части», и источником строительного материала.



Деревянное оружие полинезийцев

Другой полисахарид: целлюлоза – широко распространена преимущественно в растительном мире. Она тоже – полимер глюкозы, но расщепляется крайне тяжело. Обидно: целлюлозы в мире огромное количество, но использовать ее для еды удастся только немногим организмам, у которых есть редкий фермент – целлюлаза. Из целлюлозы строятся клеточные стенки растений и некоторых микроорганизмов. В клеточных стенках сосудистых растений целлюлоза сочетается с лигнином – тоже полимером, но не сахаров, а фенолоспиртов. Лигнин, которого немногим меньше целлюлозы, вообще не усваивается никем, кроме некоторых грибов и бактерий. Штука это не только химически устойчивая, но и очень прочная. Из твердых пород деревьев (а древесина – это и есть сочетание целлюлозы с лигнином) в старину на островах Тихого океана, где не было подходящего камня, делали боевые мечи и кинжалы.

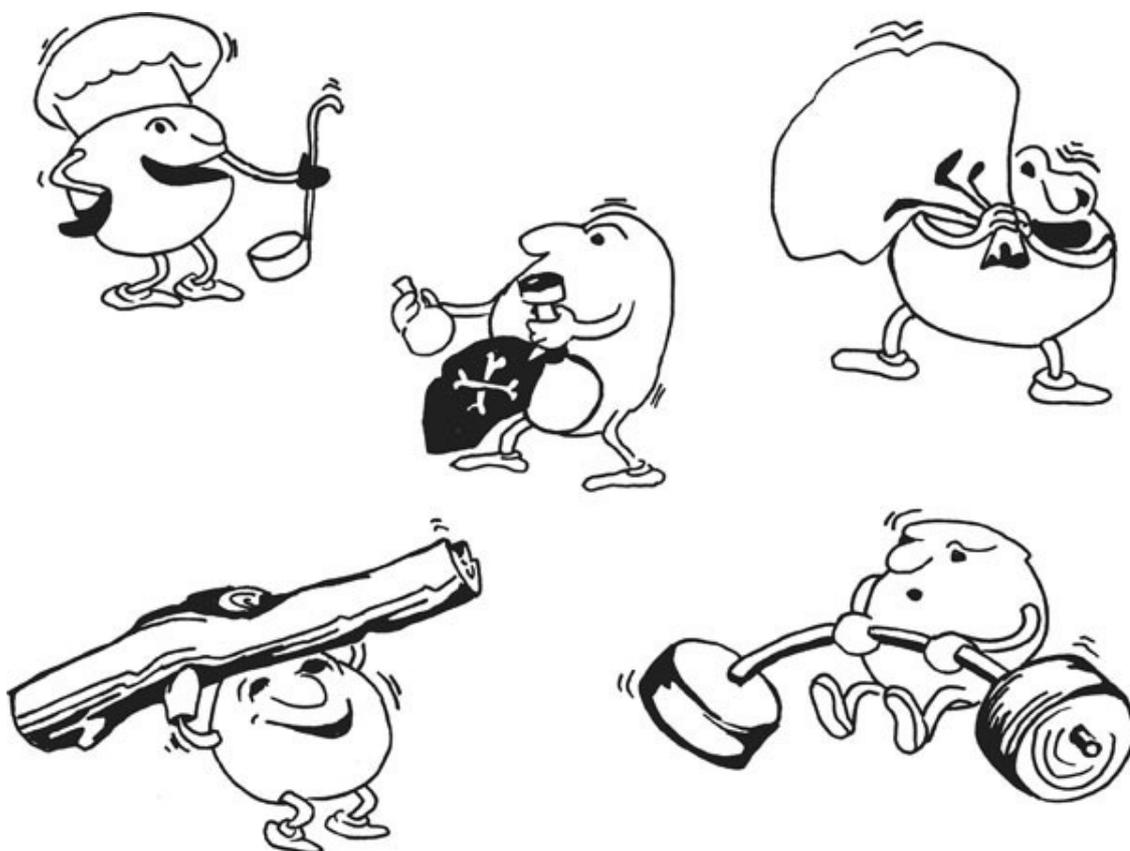
У животных целлюлозы и лигнина не бывает (исключение составляют асцидии, «туника» которых включает в свой состав целлюлозу), но у них бывает хитин, тоже полисахарид (правда,

в его состав входит еще и азот) и тоже очень прочный. Из хитина строят свои панцири жуки, крабы и многие другие беспозвоночные.

## Основа основ

**Белок** – основа любого живого организма. Если убрать из организма воду, то больше половины сухого остатка будет белком. Все белки – полимеры, состоящие из цепочки аминокислот. В состав белка, кроме вездесущих углерода, водорода и кислорода, всегда входит азот, на это указывает приставка «амино». Обнаружив это сочетание в названии любого вещества, можете быть уверены, что в него входит азот в соединении с водородом, так называемая  $\text{NH}_2$ —группа. В состав белка часто входят и другие элементы, в частности – сера. Известно более десятка тысяч различных белков, и все они состоят только из двух десятков аминокислот, соединенных в разной последовательности.

Перечислить все, чем занимаются белки в живом существе, очень непросто. Почти нет процессов, в которых белки бы не участвовали.



Какие только функции не выполняют белки!

Из белков формируются опорные ткани – связки, сухожилия, хрящи, а в сочетании с известью – кости. Из белка кератина состоят волосы, перья, когти, рога, чешуи рептилий. Белки служат смазкой и увлажнителем – различные слизистые выделения. Разбухая, белки удерживают воду и служат «гидроскелетом» клетки. Все ферменты и многие гормоны – белки. Антитела, ответственные за иммунитет, – тоже белки. Из белковых молекул, способных скользить друг по другу, состоят волокна мышц. Белки служат транспортным средством: захватывают определенные молекулы и переносят их к месту назначения. Например, всем известный белок гемоглобин транспортирует кислород. Ну и, кроме всего прочего, белки служат пищей, хотя это вовсе не главная их функция. Собственные белки организм без крайней нужды на такие примитивные цели старается не расходовать, это все равно, что забивать гвозди микроскопом.

Думаю, уже ясно, что Фридрих Энгельс не даром назвал жизнь способом существования белковых тел.

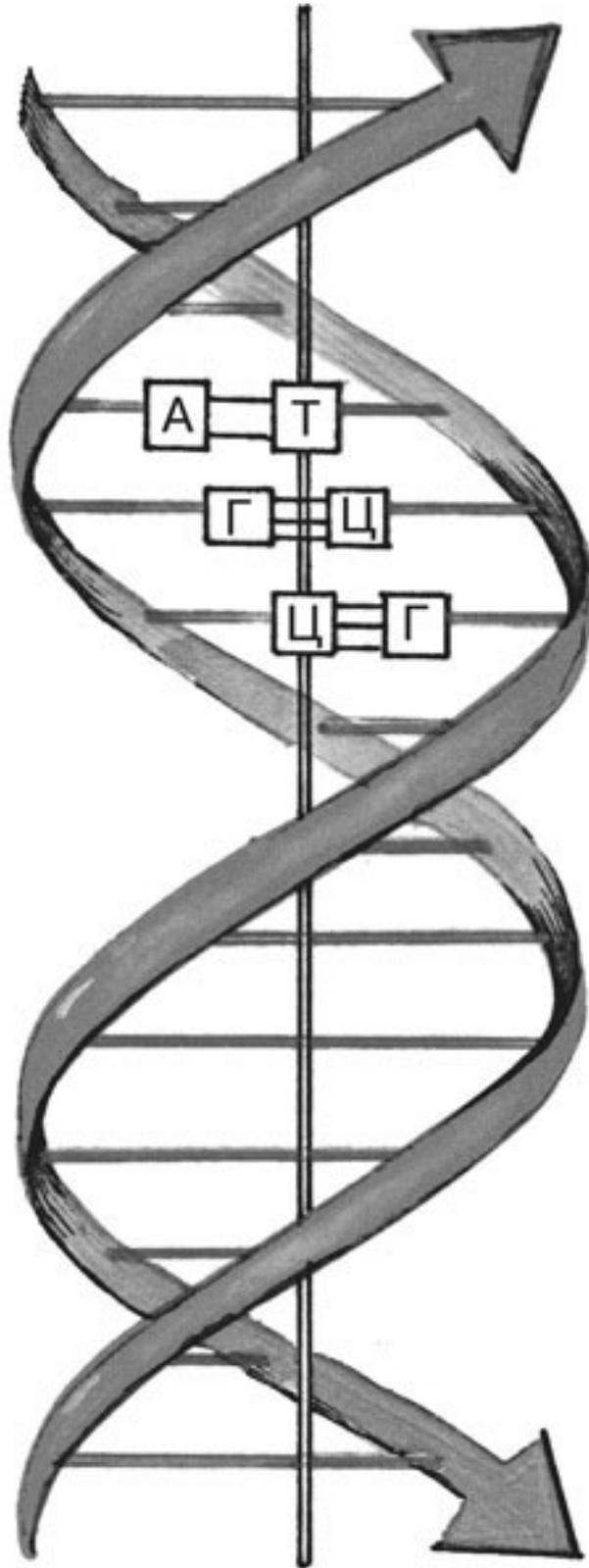
## Память поколений

На фоне великого множества разнообразных белков **нуклеиновые кислоты** выглядят бедными родственниками – их существует всего две разновидности: ДНК (дезоксирибонуклеиновая) и РНК (рибонуклеиновая). Но роль этих двух соединений не уступает роли всех белков, вместе взятых. Именно в них зашифрована информация о том, какие белки, в каком количестве и при каких условиях будут синтезироваться в данной живой клетке. И именно они отвечают за «сборку» нужных белков из аминокислот.

Нуклеиновыми кислоты названы потому, что первоначально были выделены из клеточного ядра, а ядро по-латыни – **нуклеус**.

В свое время биохимикам пришлось немало поломать голову, прежде чем удалось выяснить, как нуклеиновые кислоты устроены. И выяснилось, что устроены они сравнительно просто.

Представьте себе две цепочки или лучше – два стержня, каждый из которых состоит из чередующихся остатков сахара (рибозы) и фосфорной кислоты. Заверните эти стержни спиралью и соедините стержни поперечинами. Получится эдакая закрученная лестница. Поперечины, ступеньки лестницы, состоят каждая из двух азотистых оснований. Всего этих оснований четыре: аденин (А), тимин (Т), гуанин (Г) и цитозин (Ц). Каждая ступенька состоит или из гуанина и цитозина, или из аденина и тимина. Составить ступеньку, скажем, из цитозина и тимина не удастся, в этом случае она просто «не влезет» в пространство между стержнями. Ступеньки присоединяются всегда к противоположащим остаткам сахара. Благодаря тому, что остатки сахара чередуются с остатками фосфорной кислоты, между ступеньками и образуются промежутки. Каждая ступенька может быть присоединена к стержню как тиминным (гуаниновым) концом, так и противоположным – адениновым (цитозиновым). Вот и все разнообразие: по сравнению с белком кажется негусто.



Строение ДНК: 1 – нуклеотиды; 2 – воображаемая ось молекулы; 3 – цепочки из дезоксирибозы и остатков фосфорной кислоты

Тем не менее, в последовательности ступенек зашифрована практически вся биохимическая информация об организме. И какие белки и прочие вещества входят в его состав, и как должны идти процессы синтеза, и как используется энергия, и как регулируются и сочетаются все эти процессы. В конечном итоге от этой информации зависит и из каких клеток этот

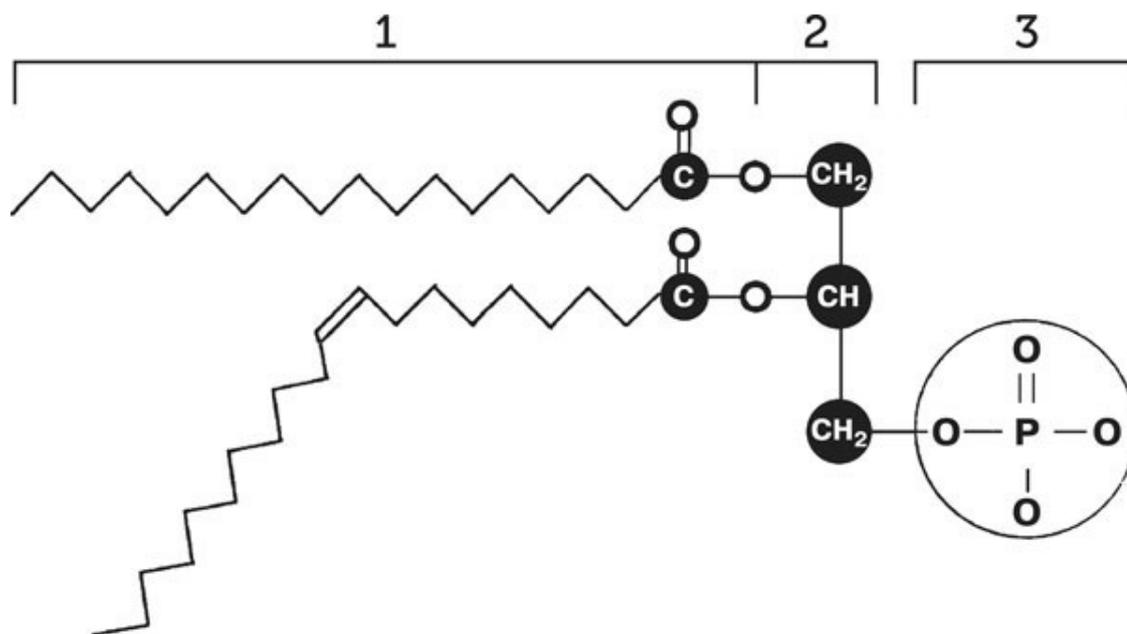
организм состоит, и в какой последовательности формируются различные ткани и органы при развитии, короче – как этот организм устроен.

Молекулы нуклеиновых кислот каждого вида организмов: мухи, ежа, амёбы или кокосовой пальмы хранят информацию о результатах миллионов лет уникального исторического развития. Но особенность такой молекулы заключается не только в том, что она хранит информацию. Эта лестница способна воспроизводить точнейшие копии самой себя. В какой – то момент на конце лестницы ступеньки начинают рваться пополам, и спирали расходятся. Каждая спираль с обломками ступенек настраивает недостающие половинки ступенек и второй «стержень». Недостающие элементы она черпает из так называемого нуклеотидного фонда – «плавающих» в окружающем растворе остатков рибозы, соединенных с остатком фосфорной кислоты и с одним из азотистых оснований. Такие кусочки, независимо от того, входят они в состав лестницы или существуют сами по себе, называются нуклеотидами. Нуклеотиды бывают четырех типов соответственно четырем типам оснований.

В результате расщепления с последующей достройкой (этот процесс называется репликацией) лестница дублируется, и дублируется вся информация, которая в этой странной молекуле содержится. Именно на этом дублировании, которое обеспечивает преемственность поколений, и держится вся жизнь на планете.

## Липиды

**Липиды** – группа соединений, очень разно-образных по своим свойствам и строению. Липиды – это продукт объединения какого-либо из спиртов с так называемыми жирными кислотами. «Настоящий» липид – это фактически спирт, где к каждому атому углерода, кроме всего прочего, «прицеплен» остаток кислоты. Но биохимики включают в это семейство и некоторые другие вещества, которые, по сути, продукт того же союза – спиртов и кислот, но в этом конечном продукте уже не удастся различить структуру ни того, ни другого.

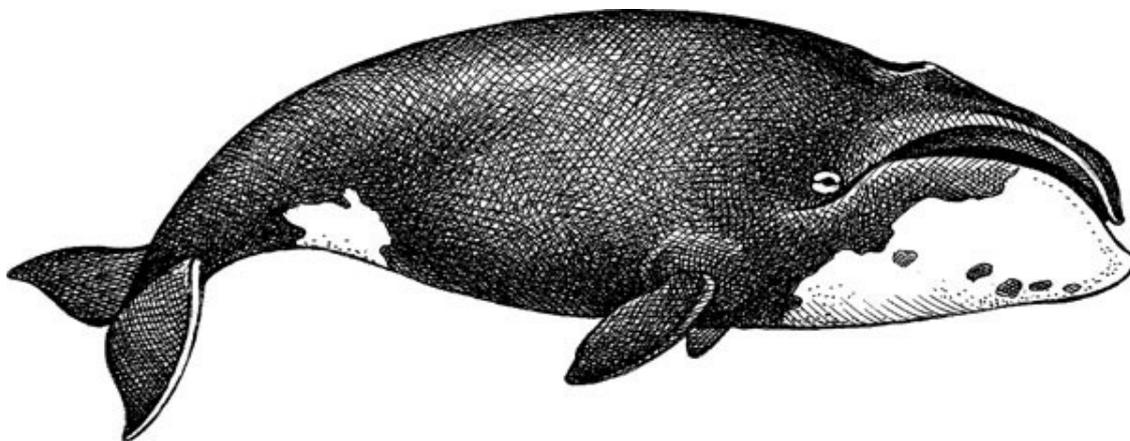


Формула молекулы фосфолипида: 1 – остаток жирной кислоты; 2 – остаток глицерина; 3 – остаток фосфорной кислоты

То, что мы привыкли называть жиром, – это соединения, имеющие в основе трехатомный спирт глицерин. В зависимости от того, какого рода кислоты объединились с глицерином, эти жиры будут или тугоплавкими (собственно жиры), или легкоплавкими и при комнатной температуре жидкими (такие принято называть маслами). Главная роль всех глицеролов (это еще одно название жиров) – запасание энергии на черный день. Окисление одного грамма жира дает в несколько раз больше энергии, чем окисление одного грамма углевода. Правда, есть у липидов один недостаток – они не растворимы в воде. Это значит, что запасы нужно либо откладывать прямо там, где они потом будут использоваться, либо окислять жир, а потом каким-то образом транспортировать энергию. Углеводы же растворяются в воде и легко транспортируются «со склада» к месту использования. Поэтому углеводы – резерв быстрого реагирования, а для мобилизации жиров организму нужно какое-то время.

Очень часто жиры служат резервом не энергии, а воды. Вода – один из продуктов окисления жиров, причем получается ее довольно много, вдвое больше, чем при окислении углеводов. А окисление белков вообще воды не дает, наоборот, требует ее для выведения продуктов распада. В частности, поэтому организмы не любят использовать белки в качестве источника энергии. У многих пустынных животных запасы жира служат именно источником воды. Жир верблюжьих горбов, кроме всего прочего, – своего рода фляга с водой. Точно такую же роль выполняет курдюк овцы, отложения жира в хвостах многих пустынных грызунов и ящериц. Кстати, вода получается не только при окислении жиров, но и при их синтезе.

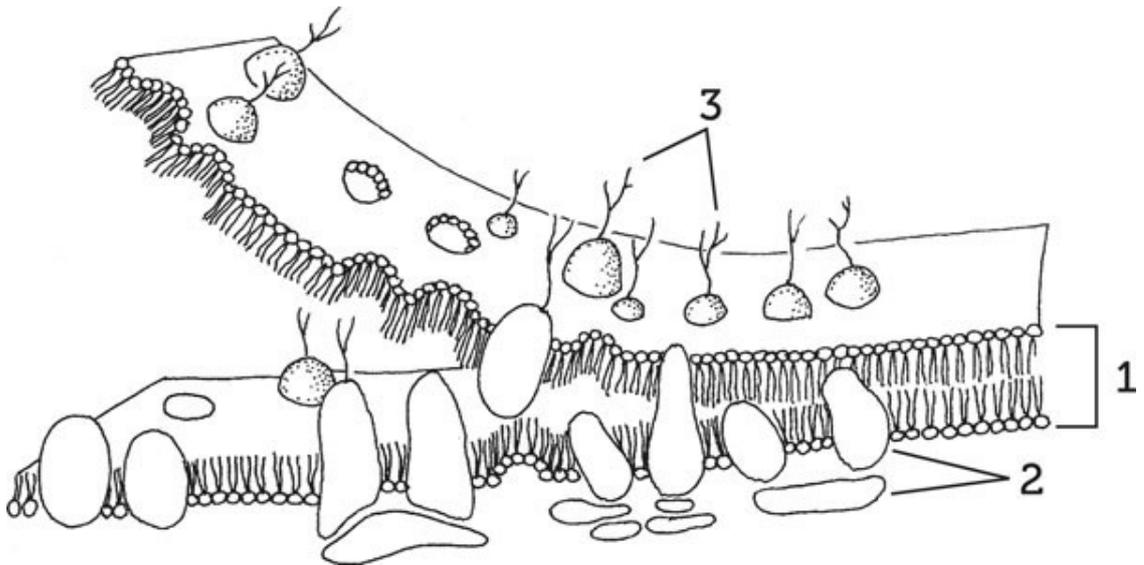
А для многих животных жир служит не столько источником воды или энергии, сколько термоизоляцией. Все теплокровные животные, которые живут или на Севере, или в воде (теплоотдача в воде очень высока), имеют весьма основательный, равномерно распределенный под кожей по всей поверхности тела слой жира.



Гренландский кит. Толщина подкожного жирового слоя у этого жителя Ледовитого океана местами превышает полметра!

Воск – тоже липиды, в основном на основе спиртов с длинными углеродными цепочками. Вырабатываются они не только пчелами, но и многими животными и растениями. Используются главным образом для создания водонепроницаемых покрытий. Причем не столько для того, чтобы не пустить воду внутрь, сколько для того, чтобы не давать организму испарять влагу без особой нужды. Восковым налетом покрыты листья растений, у пустынных растений этот слой особенно толстый. Восковым налетом покрыты тела большинства наземных членистоногих – для мелких животных высыхание особенно опасно. У некоторых пустынных жуков восковое покрытие настолько толстое, что воск с них можно собирать, буквально соскребая ногтем.

Стероиды и терпены относятся к классу липидов, у которых структура первоначальных компонентов никак себя не проявляет. Некоторые из них являются гормонами или ростовыми веществами, к стероидам относится витамин D, терпенами являются многие ароматические вещества, например ментол, знакомый всем любителям жевательной резинки. Некоторые из них – пигменты, а это вещества, ответственные не только за окраску, но и за фотосинтез. Мы говорили, что липиды не бывают полимерами. Но это относится только к липидам «настоящим». Среди терпенов полимеры встречаются – каучук из их числа.



Клеточная мембрана: 1 – двойной слой фосфолипидов; 2 – белки; 3 – углеводы, связанные с белками

Но самые интересные и самые важные липиды не относятся ни к жирам, ни к воскам, ни к стероидам или терпенам. Это фосфолипиды, гликолипиды и липопротеины. Первые – это заряженные липиды, содержащие фосфатную группу. Гликолипид – продукт соединения липида с углеводом, а липопротеин – с белком. Все три образуют клеточные мембраны, а это штука, которая выполняет работу необыкновенной важности. Без мембран существование клетки невозможно. Причем мембрана – это не просто тот «пузырь», который не дает содержимому клетки растекаться. Задача ее гораздо сложнее: она должна выпускать из клетки одни вещества и пропускать внутрь совсем другие.

## Вещество и энергия

Весь самый сложный комплекс биохимических реакций, которые идут в живом организме, называется **обменом веществ**, или метаболизмом. При этом суть метаболизма довольно проста. Вещества, получаемые из внешней среды, разбираются на кусочки, из этих кусочков собираются нужные детали, отходы ремонтных работ – стружки, опилки, обломки старых деталей – из организма выбрасываются (если их нельзя тоже пустить в дело). Пока мы живем, вся эта биохимическая машина не останавливается ни на секунду. В ходе всех этих превращений энергия поглощается (на одних этапах) и выделяется (на других). Вопрос – откуда организм эту энергию получает и каким способом?

Источником энергии у всякого организма, без исключения, является процесс **дыхания**. Мы привыкли называть дыханием обмен воздуха в легких, который обогащает кровь кислородом и удаляет из организма углекислый газ. Но упертые биохимики и физиологи называют этот процесс газообменом. Дыханием же называют процессы окисления органических веществ. В ходе этих процессов выделяется приличное количество энергии. Горящий костер – всем известный процесс окисления целлюлозы, идущий с выделением света и тепла.

**Окисление** – это процесс отъема у вещества электронов. То вещество, у которого электроны изымаются, называется дыхательным субстратом. Но можно называть его и просто топливом (только не в присутствии биохимика). Наиболее распространенным и удобным топливом являются глюкоза и жир. Коль скоро дыхание – процесс отъема электронов, то понятно, что одного дыхательного субстрата для того, чтобы дышать, мало. Нужно еще что-то, что будет эти электроны отнимать: окислитель или, выражаясь уж совсем на языке химиков, акцептор электронов. В большинстве случаев окислителем является кислород, и тогда говорят об аэробном дыхании.

Существует, однако, на свете масса мест, где свободного кислорода не найти или его очень мало. Например, в глубинах почвы, в донных отложениях, в нашем с вами кишечнике, в конце концов. Организмы, живущие в таких условиях, пользуются дыханием анаэробным. В качестве окислителя они используют не кислород, а другое вещество, способное к отъему электронов у субстрата, например трехвалентное железо или нитраты. Анаэробное дыхание менее выгодно, топливо при этом «сгорает» не полностью, а образующиеся «шлаки» сплошь и рядом тормозят метаболизм. И имейте в виду, что на самом деле все в сотни раз сложнее, чем вы можете подумать, читая наше предельно упрощенное описание. В процесс дыхания входят десятки головокрумных реакций, в которых участвуют десятки ферментов.

Энергия, образующаяся в процессе дыхания, не используется напрямую. Она запасается в особых молекулах – молекулах аденозинтрифосфорной кислоты. Выговорить это слово без запинки удастся не всякому биохимику, и поэтому молекулу называют просто АТФ.

## Самообслуживание

Среди живых существ очень много таких, которые, не напрягаясь, используют готовую органику. Их называют **гетеротрофами**, и к ним принадлежим и мы с вами, и зайцы, и тигры, и амёбы, и множество других существ. И все они живут за счет организмов, которые научились готовить питательные вещества сами, из простых, повсюду довольно обильных минеральных соединений. Эти умельцы называются **автотрофами**, и к ним относятся все зеленые растения, многие протисты и многие бактерии.

Все знают, что **фотосинтез** – это процесс, в котором из углекислого газа и воды с использованием энергии света синтезируются углеводы, а побочным продуктом синтеза является чистый кислород. Но это, так сказать, кончик носа и кончик хвоста процесса, в середине же происходят очень сложные и интересные вещи.

Главную роль в фотосинтезе играют вещества, называемые пигментами. «Пигмент» по-латыни – краска. Так называют довольно большую группу веществ весьма различного строения, которые поглощают одну часть цветового спектра и отражают другую, в результате чего мы воспринимаем их синими, красными, желтыми, зелеными и так далее. Пигменты, участвующие в фотосинтезе, имеют зеленый, красный или желтый цвет и близко родственны уже знакомым нам липидам. Зеленый пигмент (точнее, целая группа родственных пигментов) называется **хлорофиллом**

## **Конец ознакомительного фрагмента.**

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.