

# Квазар

Фундамент  
современной физики  
самая знаменитая теория в мире

стр. 10-13

## Химия цвета

Почему морковка оранжевая?

стр. 24-29

## Тайны Зрения

зрение на молекулярном уровне

стр. 34-37

## Парадокс Ферми:

одни ли мы во вселенной?

стр. 20-21

## Назад в будущее

обреченный Марти Макфлай

стр. 16-17

## Вымирающее чудо...

История китайских медвежат

стр. 38-39

Это какой-то  
неправильный  
треугольник

стр. 4-5

Экскурсия  
внутри цифровых  
технологий

стр. 42-45

Так чем же Халка  
облучали?

стр. 6-7

Здравствуй, дорогой читатель!

Перед тобой свежий выпуск ежемесячного научно-познавательного журнала «Квазар». Мы работали очень долго над январским выпуском и вложили в него всю свою душу. Если сравнить с предыдущим выпуском, то мы во многом преуспели, сделали много кардинальных изменений. Надеемся, тебе понравится.

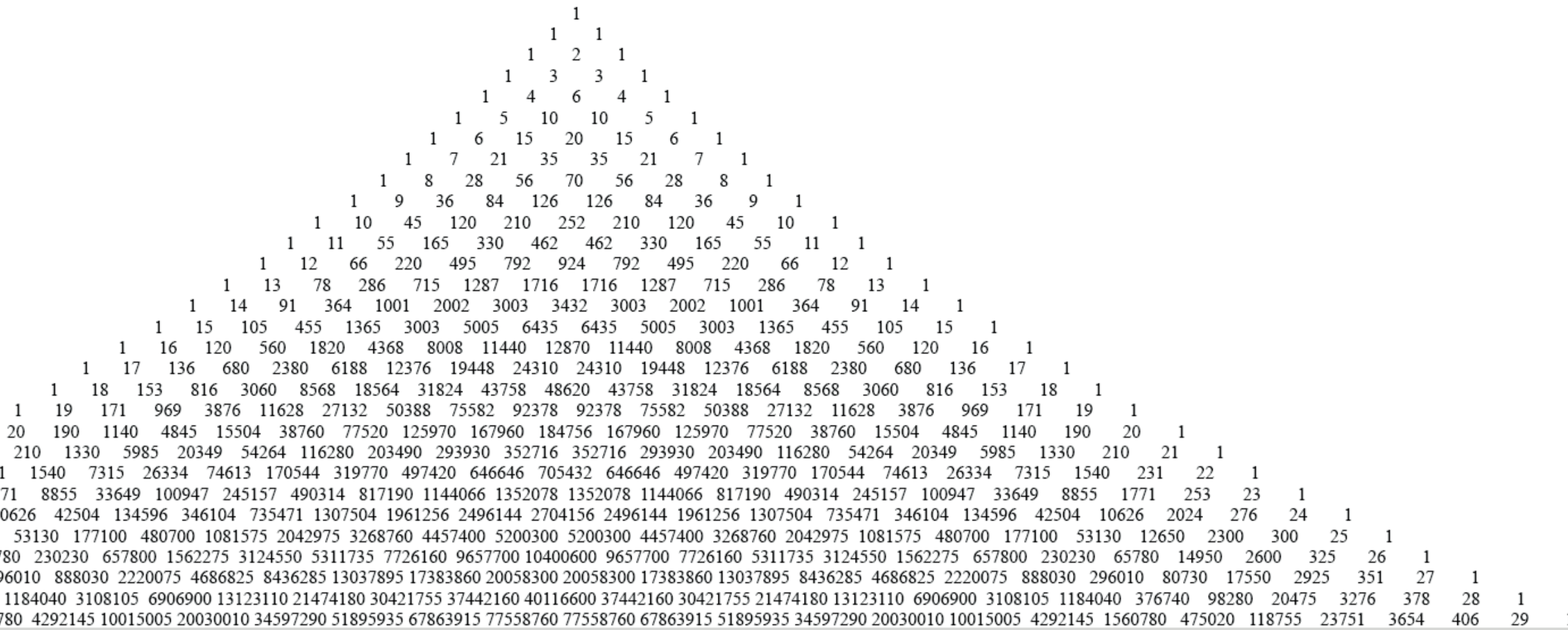
Как некоторые из вас догадались, выпуски нашего журнала (исключение спец.выпуски) являются тематическими, то есть весь журнал в той или иной мере посвящен одной глобальной и захватывающей дух теме. Январский выпуск посвящен тому, как мы воспринимаем мир, механизмам восприятия цвета, путешествиям во времени, нашим понятиям о пространстве-времени и многому другому.

Мы старались сделать статьи как можно более насыщенными, поэтому вполне вероятно, что некоторые моменты могут быть непонятными для тебя, мы ждем любого твоего обращения к нам. К сожалению, в нашей группе и на нашей почте совсем мало обращений от наших читателей, мы думаем, вам не трудно уделить пару минут, чтобы написать отзыв, свое мнение о журнале — так вы поможете сделать наш журнал лучше!

Мы приветствуем как новых читателей, так уже и старожилов «Квазара». Желаем приятного времяпровождения с «Квазаром» в руке, настоятельно рекомендуем вам читать предыдущие выпуски, по скольку, в коей-то мере будем основываться на знаниях, которые мы вам дали в прошлый раз. Ведь лучше изучить что-то потрясающее (хоть и в какой-то мере сложное), основываясь на знаниях полученных в прошлых выпусках. Заинтересовались журналом? Читайте предыдущие выпуски!

Еще один важный момент, касающийся концептуальности журнала. В большинстве случаев статьи из разных рубрик взаимосвязаны, их последовательность не случайна. Мы настоятельно рекомендуем читать журнал полностью, так как, например, в этом выпуске в физике (статья про электромагнитные волны) создается фундамент для лучшего усваивания материала из химии. Да и вообще, ни для кого не секрет, что все естественные науки неразрывно взаимосвязаны. Приятного чтения!

*С уважением, редакция журнала «Квазар»*



# Это какой-то неправильный треугольник!

На первый взгляд может показаться, что перед нами аккуратно расставлен набор чисел, но на самом деле это неисчерпаемый источник математических радостей.

Своё название оно получило благодаря французскому математику Блезу Паскалю. Это несправедливо по отношению к тем трудам написанных столетиями назад, так как француз хоть и внёс несомненный вклад в развитие, но все же не был в числе первооткрывателей треугольника.

Если коротко, то данный треугольник содержит в себе массу закономерностей. Начать следовало бы с принципа его построения: Возьмём число 1 и представим по обе стороны от него невидимые нули. Сложив их попарно, получим следующий ряд. Теперь повторим эту же операцию ещё раз. Повторяя в том же духе, у вас получится целочисленный треугольник Паскаля. Также просто можно объяснить устройство этого треугольника заметив, что каждое число равно сумме двух расположенных над ним чисел. Все элементарно, но сколько в этом таится чудес.

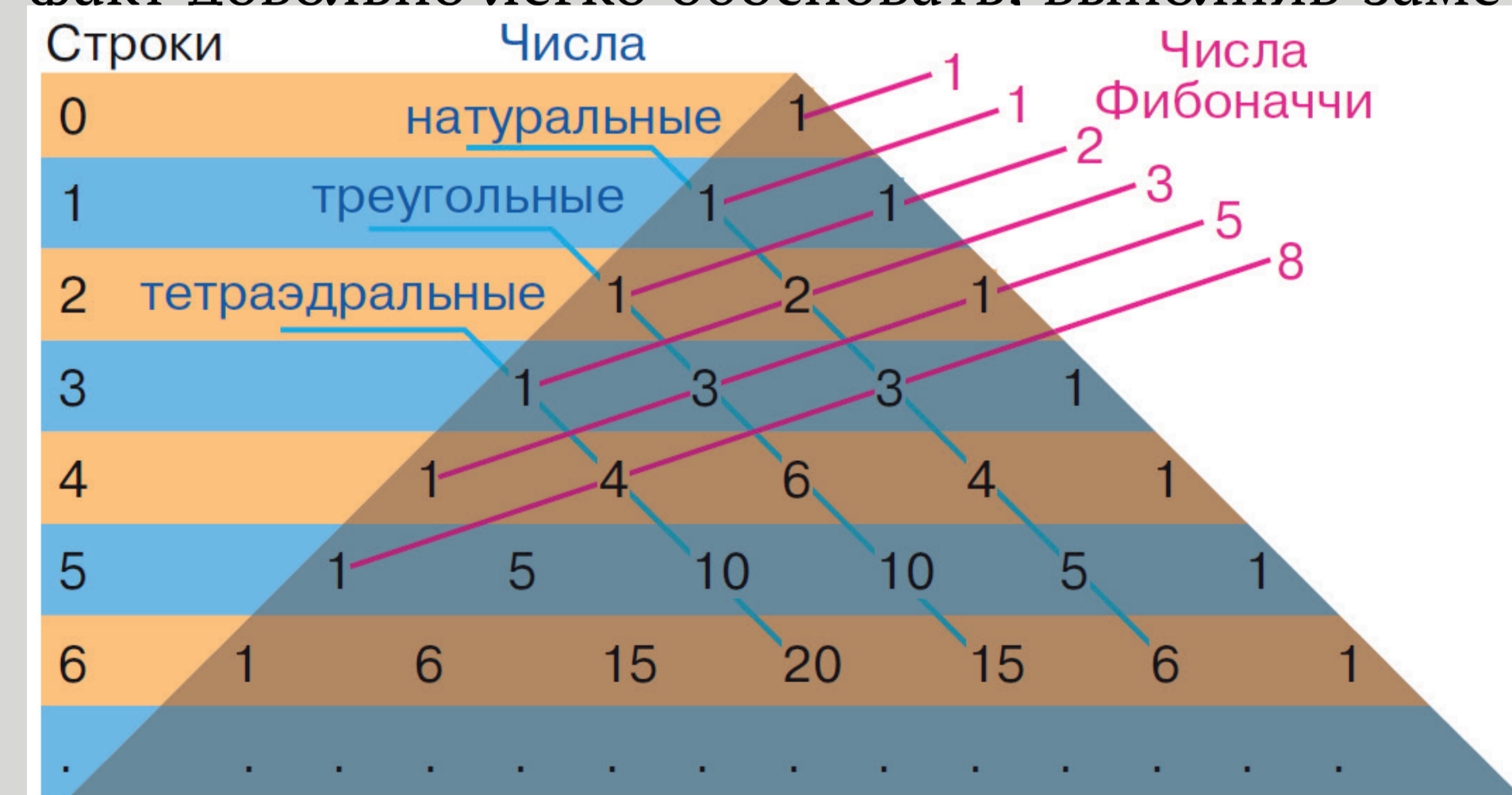
1. Так вот каждая строка состоит из так называемых биномиальных коэффициентов разложения бинома  $(a+b)^n$ ; где  $n$ , это номер ряда, а отчёт начинается с нуля. Итак если взять  $n = 3$  и разложить его в ряд. То получим:  $a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + b^3$ . При этом коэффициенты или числа перед переменными идентичны соответствующим цифрам в ряду треугольника Паскаля. Та же картина будет при  $n = 4$ . То есть, треугольник Паскаля, это простой и быстрый способ определения всех таких коэффициентов.

*«Треугольник Паскаля так прост, что выписать его сможет даже десятилетний ребенок. В тоже время он таит в себе неисчерпаемые сокровища и связывает воедино различные аспекты математики, не имеющие на первый взгляд между собой ничего общего. Столь необычные свойства позволяют считать треугольник Паскаля одной из наиболее изящных схем во всей математике»*

© Мартин Гарднер

2. Но это ещё не все. К примеру, сложив числа в каждом ряду, получим последовательные степени числа 2. Это происходит из-за следствия замены  $a$  и  $b$  на единицу, в формуле бинома описанной выше. Выполнив замену мы получим, что 2 в степени  $n$ , равна сумме биномиальных коэффициентов  $n$  по  $k$ . Или же сумме чисел ряда  $n$  в треугольнике Паскаля.

Представим каждое число в ряду в виде разрядов десятичной дроби. Другими словами, ряд номер 3 будет выглядеть так:  $1000 + 300 + 30 + 1$ . Выполнив действия, получим число 1331, что, в свою очередь, является  $11^3$ . Попробуем то же самое проделать с рядом номер 7. Вы получите сумму равную — 1,948,717, а это ничто иное как  $11^7$ . Этот факт довольно легко обосновать, выполнив заме-



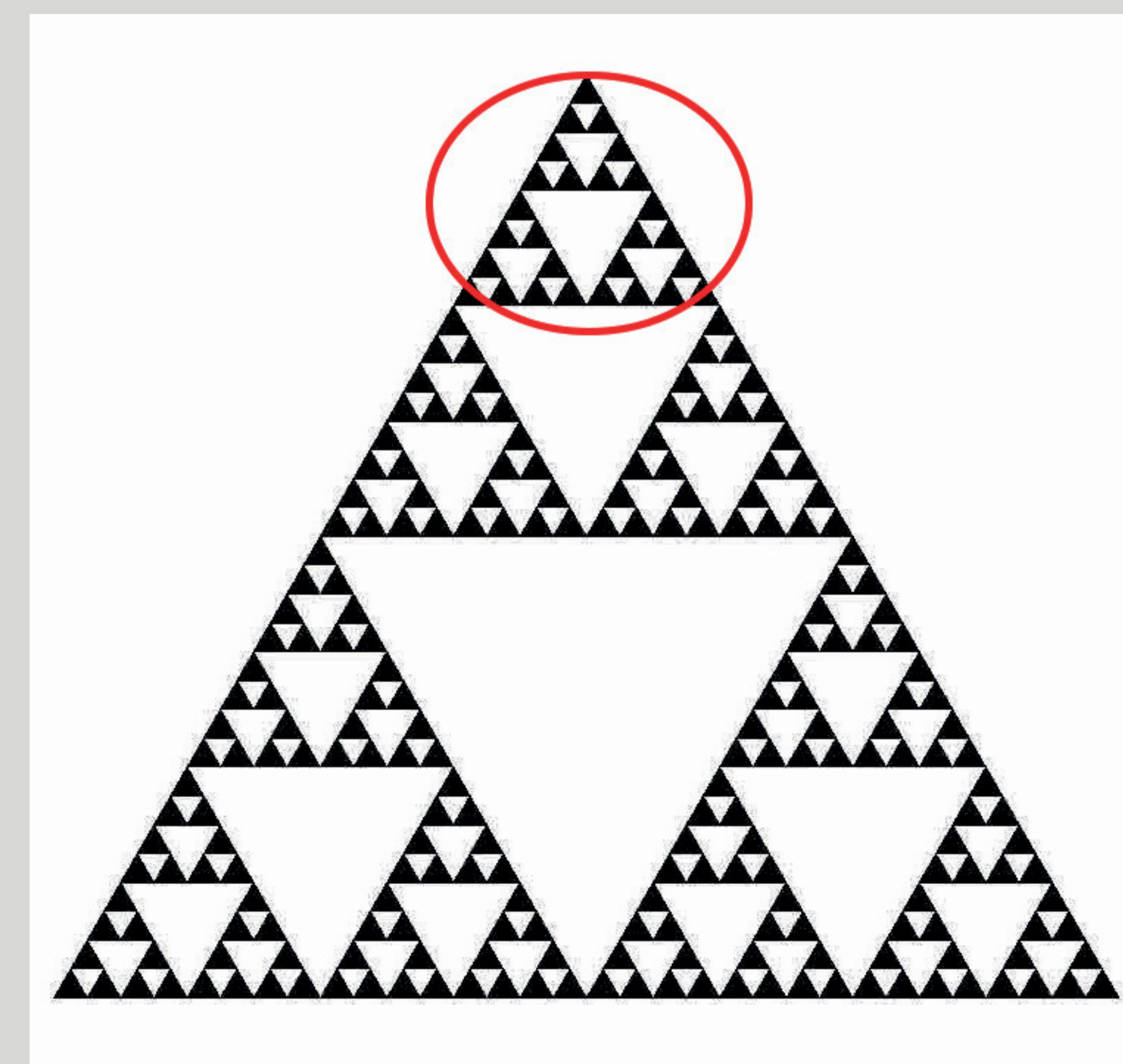
Первые шесть строк треугольника с пояснениями

ну  $A$  и  $B$ , на 10 и 1 соответственно в формуле бинома Ньютона, описанной пунктом ранее. Разложив полученный бином, мы получим выражение равное сумме произведений биномиальных коэффициентов на 10 в степени  $k$ , где  $k$  номер элемента в ряду треугольника Паскаля.

3. Кроме того, у треугольника имеются геометрические закономерности. Посмотрим на диагонали. Первые две не вызывают особенного интереса, сплошные единицы. А после, целые и положительные числа, известные как натуральные числа. Числа в следующей диагонали, называются треугольниками, потому что из количества точек равного любому из чисел данной диагонали можно построить равносторонний треугольник.

Следующая диагональ состоит из тетраэдрических чисел, поскольку по аналогии с предыдущим пунктом, каждое число равна количеству шариков, образующих тетраэдр, то есть один шар мы можем положить на три — итого четыре, под три подложим шесть (напрягитесь и представьте!) — итого десять, и так далее. А следующая диагональ продемонстрирует попытку выкладывания гипертетраэдра в четырёхмерном пространстве — один шар касается четырёх, а те, в свою очередь, десяти. В нашем мире такое невозможно, только в четырёхмерном, виртуальном. И тем более пятимерный тетраэдр, о котором свидетельствует следующая диагональ, может существовать только в рассуждениях топологов.

А о чём же говорит нам самая верхняя диагональ, на которой расположились числа натурального ряда? Это тоже треугольные числа, но одномерные, показывающие, сколько шаров можно выложить вдоль линии. Если уж идти до конца, то самый верхний



Треугольник Серпинского

ряд из единицы — это тоже треугольные числа в нульмерном пространстве — сколько бы шаров мы не взяли — больше одного расположить не сможем, ибо просто негде — нет ни длины, ни ширины, ни высоты.

А как насчёт такого фокуса. Раскрасим все чётные числа в треугольнике в один цвет, а нечётные в другой. Тогда мы получим фрактал, известный как «треугольник Серпинского». Обоснованием этого факта является то, что если два подряд стоящих числа в треугольнике Паскаля имеют одинаковую чётность, то число стоящее под ними — четное. По аналогии, если два подряд стоящих числа разной чётности, то число под ними нечётное. Фрактал — это множество, обладающее свойством самоподобия. Область, обведённая в красный круг подобна всему треугольнику.

4. Треугольник также полезен при вычислениях вероятностей в области комбинаторики. Скажем, вы хотите завести 3-х детей, и хотите просчитать вероятность что родятся два мальчика и одна девочка. В уравнении оно примет вид (Мальчик+Девочка)<sup>3</sup>. Теперь посмотрим на третий ряд, где первое число соответствует трём мальчикам, а последнее трём девочкам. А вот второе число в этом ряду соответствует двум мальчикам и одной девочке как раз то что мы искали: 3 делённая на сумму всех вероятностей в ряду. Стало быть, интересующая нас вероятность равна 3/8 или 37.5%.

Ещё один пример: Представим, что вы случайным образом выбираете из десяти друзей, волейбольную команду, состоящую из четырёх игроков. Так вот, сколько вариантов групп у вас может получиться? В комбинаторике, эта задача будет звучать как размещение из 10 по 4. И высчитывается по этой формуле  $(n! / (n-k)! k!) = 10! / (6! 4!) = 210$ . Но достаточно взглянуть на 4-й элемент 10-го ряда нашего треугольника, и мы получим ответ.

Другой пример: Предположим, что некий шейх, следуя законам гостеприимства, решает отдать вам трёх из семи своих жён. Сколько различных выборов вы можете сделать среди прекрасных обительниц гарема? Для ответа на этот волнующий вопрос необходимо лишь найти число, стоящее на пересечении диагонали 3 и строки 7: оно оказывается равным 35. Если, охваченные радостным волнением, вы перепутаете номера диагонали и строки и будете искать число, стоящее на пересечении диагонали 7 со строкой 3, то обнаружите, что они не пересекаются. То есть сам метод не даёт вам ошибиться!

Какие ещё открытия ждут нас впереди, решать вам.

# Так чем же халка облучали?

Взаимная связь электрических и магнитных полей была установлена выдающимся английским физиком М. Фарадеем в 1831 г. Он открыл явление электромагнитной индукции. Оно заключается в том, что магнитное поле способно порождать электрическое поле, а электрическое поле может порождать магнитное поле. Причем эти два поля всегда перпендикулярны друг другу

Другой не менее выдающийся физик Джеймс Максвелл подумал, а почему бы электрическому полю и магнитному полю не быть волной? То есть электрическое порождает магнитное поле оно, в свою очередь, порождает электрическое и так до бесконечности. Заклучив свои предположения в математическом виде, он пришел к тому, что электромагнитные волны распространяются со скоростью света. Далее он сказал, что это не электромагнитные волны имеют такую же скорость, как и свет, это свет является электромагнитной волной.

Бывает несколько типов электромагнитных волн: радиоволны, микроволны, инфракрасный свет, видимый свет, ультрафиолетовый свет, рентгеновские лучи, гамма излучение (расположены в порядке уменьшения длины волны, увеличения частоты соответственно энергии).

Большинство из вышеназванных волн вам знакомы. Радиоволны применяются в радиотехни-

ке, сотовых телефонах, телевидении, технологиях морского флота, космонавтике и везде, где нужно передать сигнал на большое расстояние.

Микроволны используются как в домашних микроволновых печах для подогрева еды, так и в промышленных целях для термообработки металлов, микроволновое излучение малой интенсивности используется в технологиях Bluetooth и WiFi.

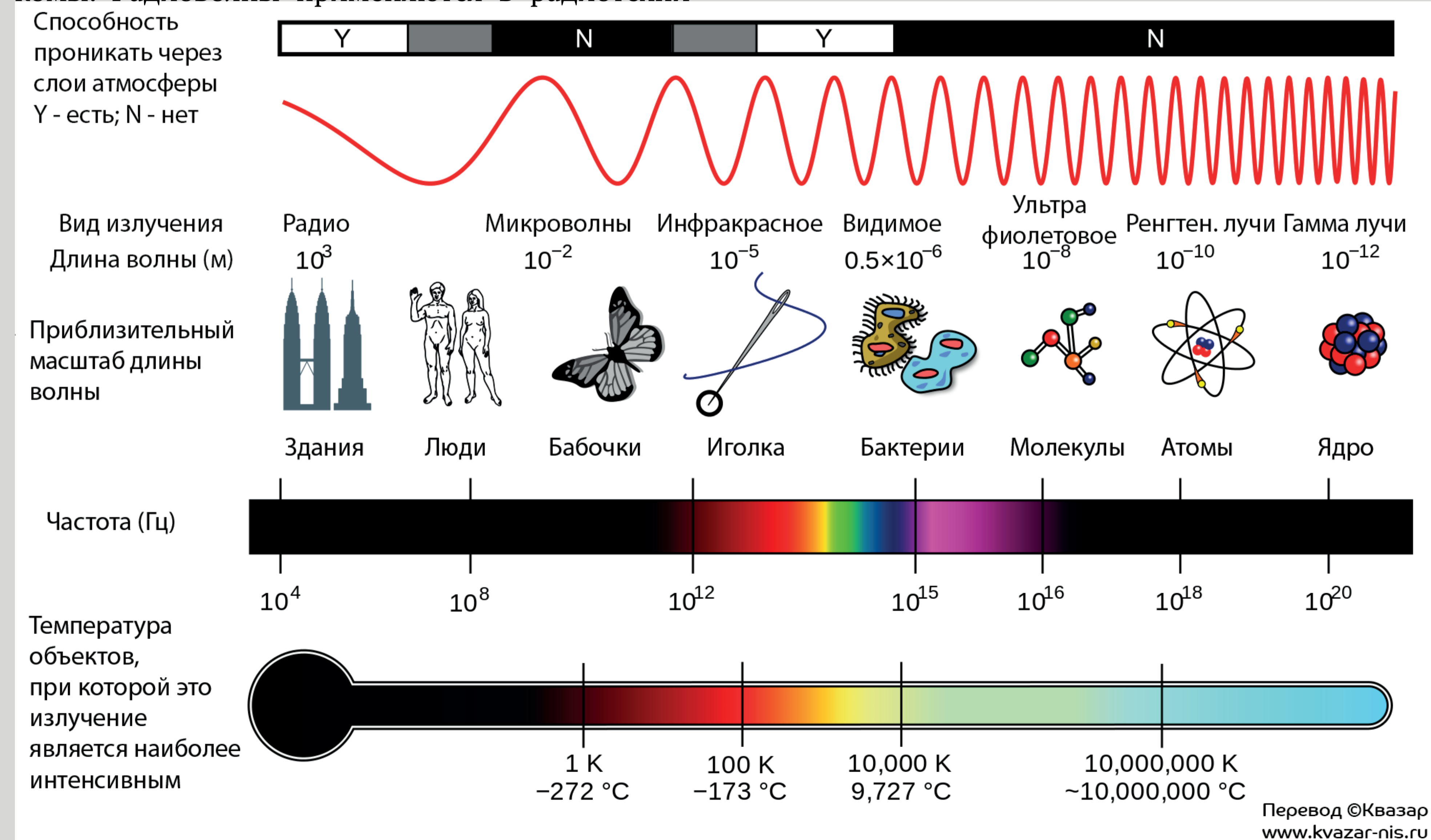
Инфракрасное излучение используется для сушки стен зданий и древесины, в приборах ночного видения, в медицине: для улучшения кровообращения и ускорения процессов метаболизма. Огромную роль играет и в аналитической химии.

Видимый свет — тут даже говорить нечего, все что мы видим — это видимый свет.

Ультрафиолетовое излучение широко применяется в медицине, так как оно убивает болезнетворные бактерии.

Рентгеновские лучи используются для диагностики заболеваний внутренних органов человека.

Гамма излучение обладает настолько огромной энергией (этим то, и излучили халка), что излучается только в результате ядерных процессов.



Сравнение различных электромагнитных волн по их параметрам

Перевод ©Квазар www.kvazar-nis.ru

# Опыт Майкельсона-Морли Скорость света постоянна!

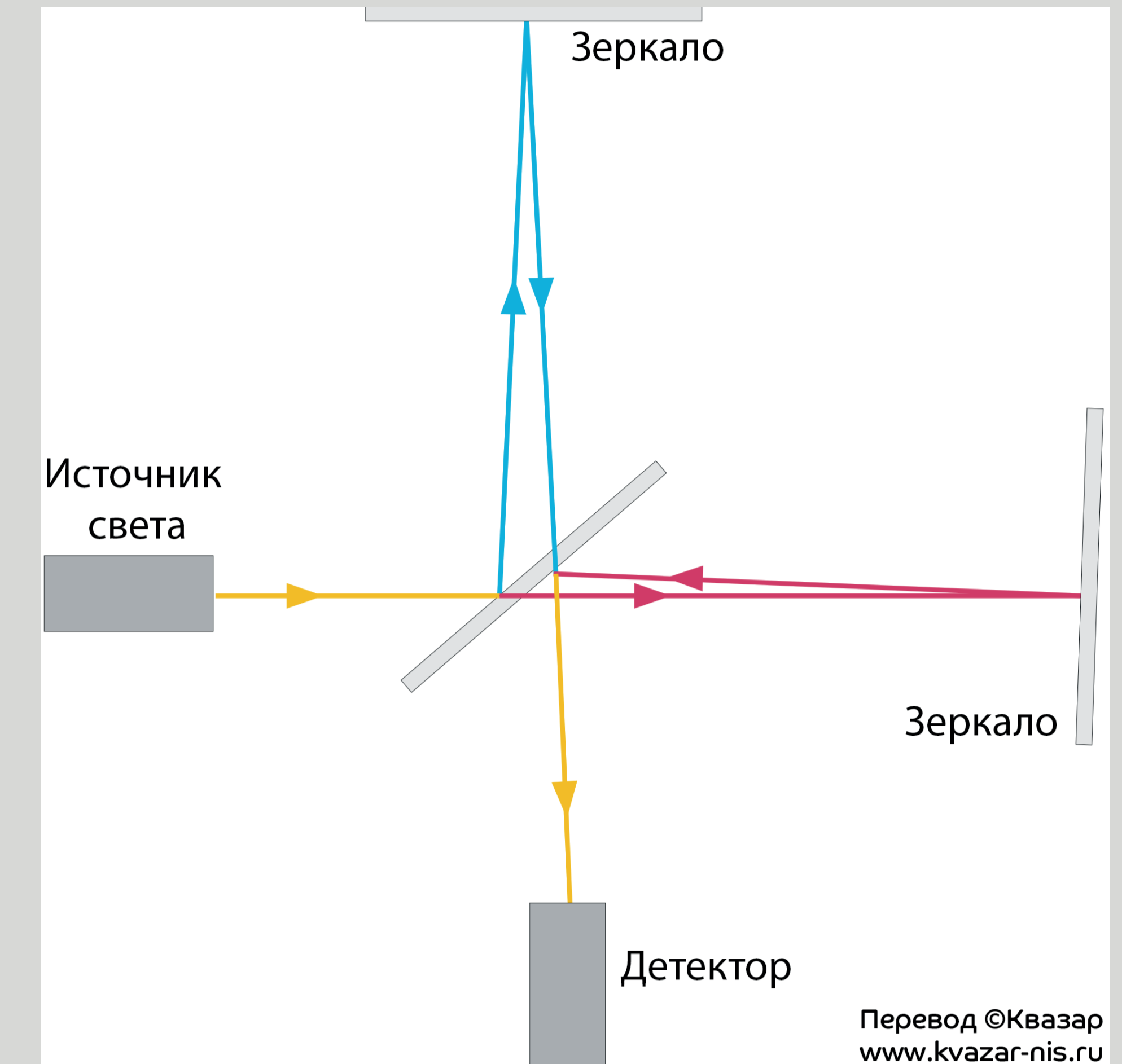
Постоянство скорости света доказали с помощью опыта Майкельсона-Морли. Вообще, Джеймс Максвелл доказал, что свет является электромагнитной волной, и он подозревал, что для распространения света нужна какая-либо среда (по аналогии со звуковыми волнами, для передвижения которых нужны частицы, воздуха к примеру). Так придумали эфир — светоносную среду, некую материю распространённую по всей Вселенной. К счастью, некоторые ученые сомневались в существовании такой среды.

В 1887 году два американских физика — Альберт Майкельсон и Генри Морли — решили совместно провести эксперимент, призванный раз и навсегда доказать, что светоносный эфир реально существует, наполняет Вселенную и служит средой, в которой распространяются свет и прочие электромагнитные волны.

Майкельсон и Морли использовали интерферометр — оптический измерительный прибор, в котором луч света расщепляется надвое полупрозрачным зеркалом (стеклянная пластина посеребрена с одной стороны ровно настолько, чтобы частично пропускать поступающие на нее световые лучи, а частично отражать их; аналогичная технология сегодня используется в зеркальных фотоаппаратах).

В итоге луч расщепляется и два получившихся луча расходятся под прямым углом друг к другу, после чего отражаются от двух равноудаленных от полупрозрачного зеркала зеркал-отражателей и возвращаются на полупрозрачное зеркало, результирующий пучок света от которого позволяет наблюдать интерференционную картину и выявлять малейшую десинхронизацию двух лучей (запаздывании одного луча относительно другого).

Опыт Майкельсона — Морли был принципиально направлен на то, чтобы подтвердить (или опровергнуть) существование мирового эфира посредством выявления «эфирного ветра» (или факта его отсутствия). Действительно, двигаясь по орбите вокруг Солнца, Земля совершает движение относительно гипотетического эфира полгода в одном направлении, а следующие полгода в другом. Следовательно, полгода «эфирный ветер» должен обдувать Землю и, как следствие, смещать показания интерферометра в одну сторону, полгода — в другую. Итак, наблюдая в течение года за своей уста-



Интерферометр Майкельсона и Морли

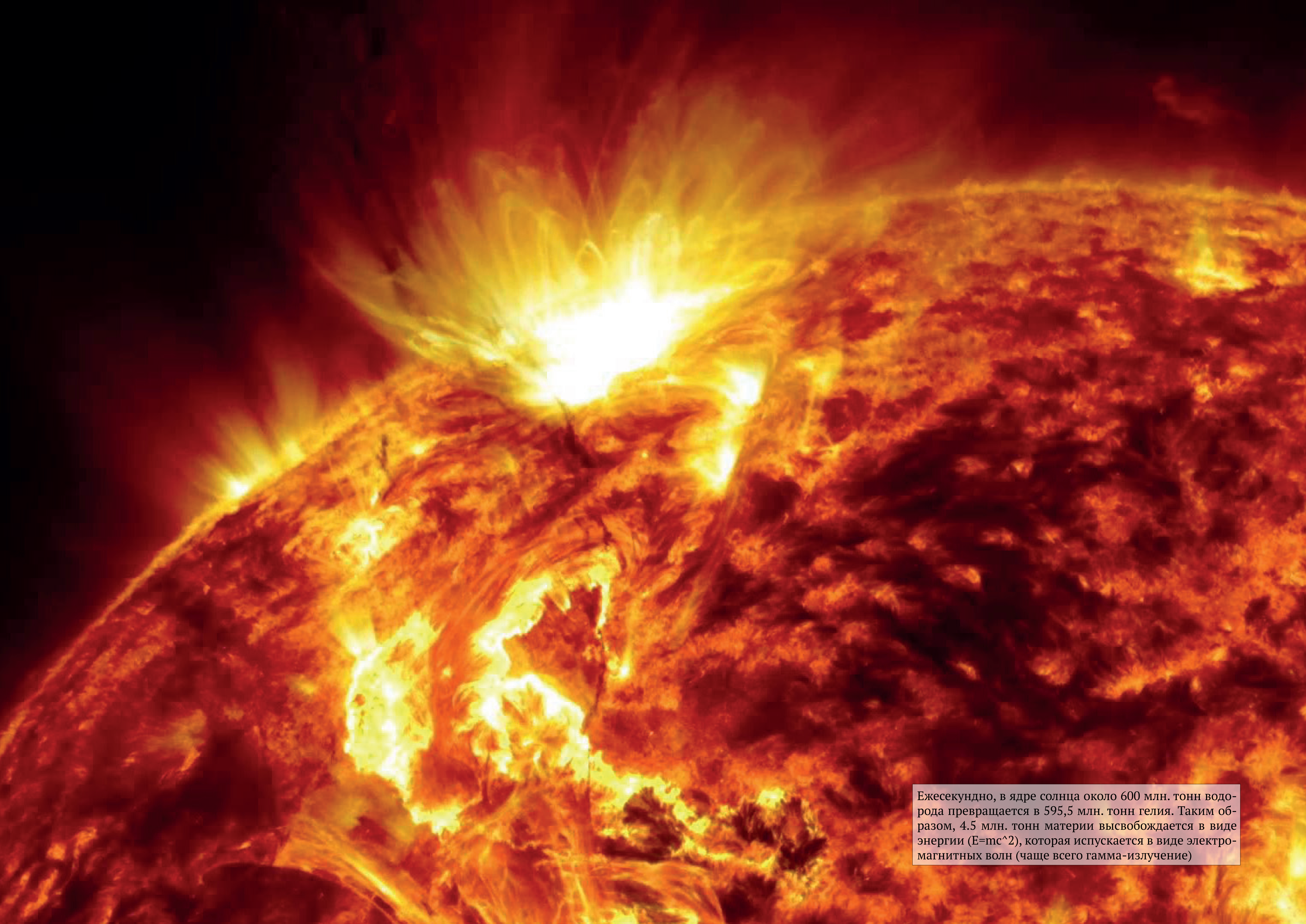
Перевод ©Квазар www.kvazar-nis.ru

новкой, Майкельсон и Морли не обнаружили никаких смещений в интерференционной картине: полный эфирный штиль! (Современные эксперименты подобного рода, проведенные с максимальной возможной точностью, включая эксперименты с лазерными интерферометрами, дали аналогичные результаты.) Итак: эфирного ветра, а стало быть, и эфира не существует.

С 1887 по 1905 г. был сделан ряд попыток (наиболее известная из которых принадлежит датскому физика Хендрику Лоренцу) объяснить результат эксперимента Майкельсона и Морли. Но в 1905 г. никому доселе не известный служащий Швейцарского патентного бюро по имени Альберт Эйнштейн опубликовал ставшую потом знаменитой работу, в которой было показано, что никакого эфира не нужно, если отказаться от понятия абсолютного времени.

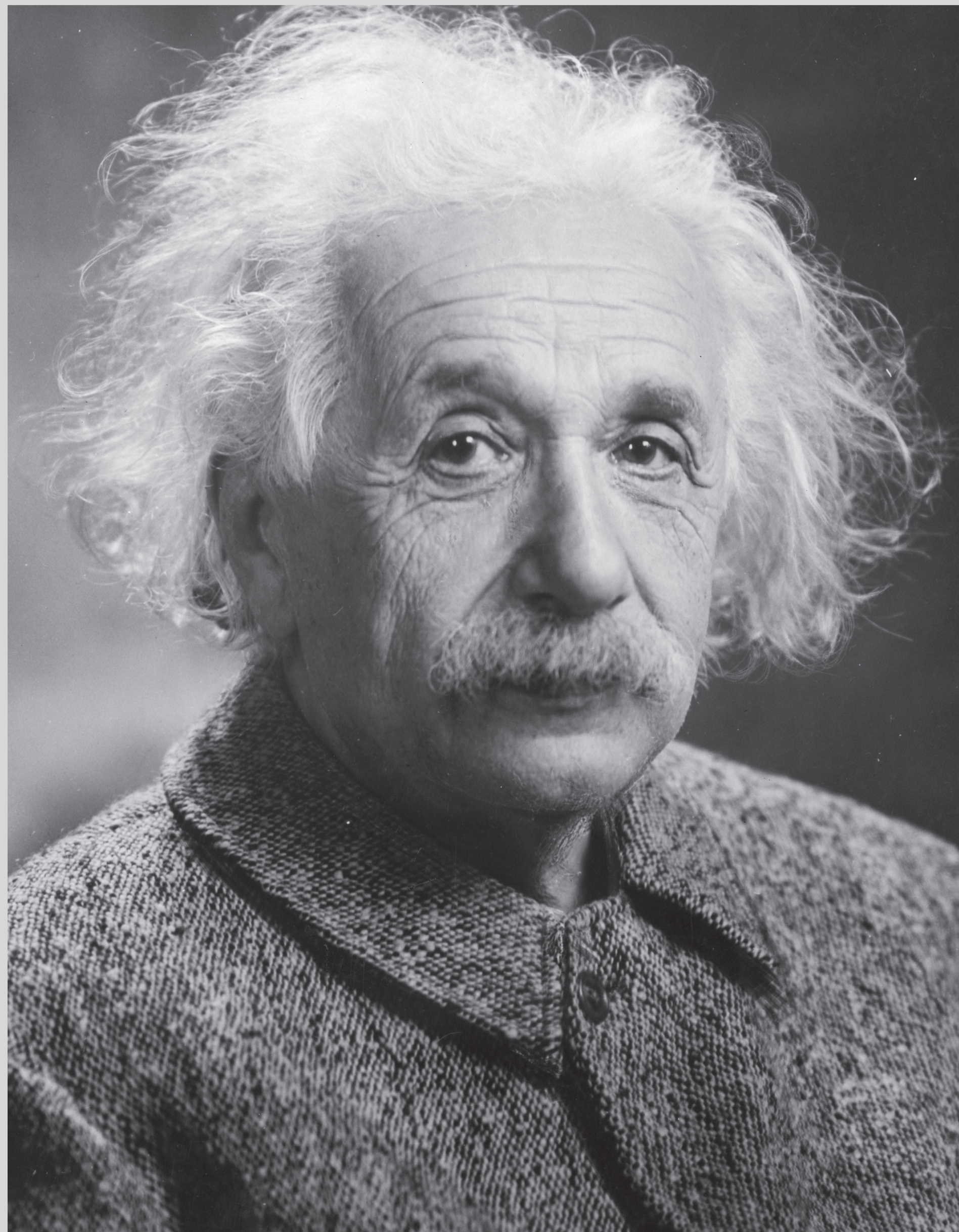
Через несколько недель ту же точку зрения высказал один из ведущих французских математиков Анри Пуанкаре. Аргументы, выдвинутые Эйнштейном, были ближе к физике, чем аргументы Пуанкаре, который подошел к этой задаче как к математической. Об Эйнштейне обычно говорят как о создателе новой теории, но и имя Пуанкаре связывают с разработкой важной ее части.

Подробнее о теории относительности смотрите на следующей странице.



Ежесекундно, в ядре солнца около 600 млн. тонн водорода превращается в 595,5 млн. тонн гелия. Таким образом, 4.5 млн. тонн материи высвобождается в виде энергии ( $E=mc^2$ ), которая испускается в виде электромагнитных волн (чаще всего гамма-излучение)

# Фундамент современной физики



Альберт Эйнштейн (1879-1955)

Пожалуй, самая знаменитая теория в мире — теория относительности. Наверное, каждый второй (может, даже и каждый) человек слышал фразу «все в мире относительно». Существует две версии этой теории — общая теория относительности (которая описывает взаимодействие тел движущихся с ускорением или изменением траектории) и частный случай — специальная теория относительности, когда тела движутся равномерно.

**В основе специальной теории относительности лежат два постулата:**

1. Принцип относительности — Согласно ему, во всех существующих системах отсчета, которые движутся в отношении друг друга с неизменяющейся скоростью и не меняют направление, действуют одни и те же законы.

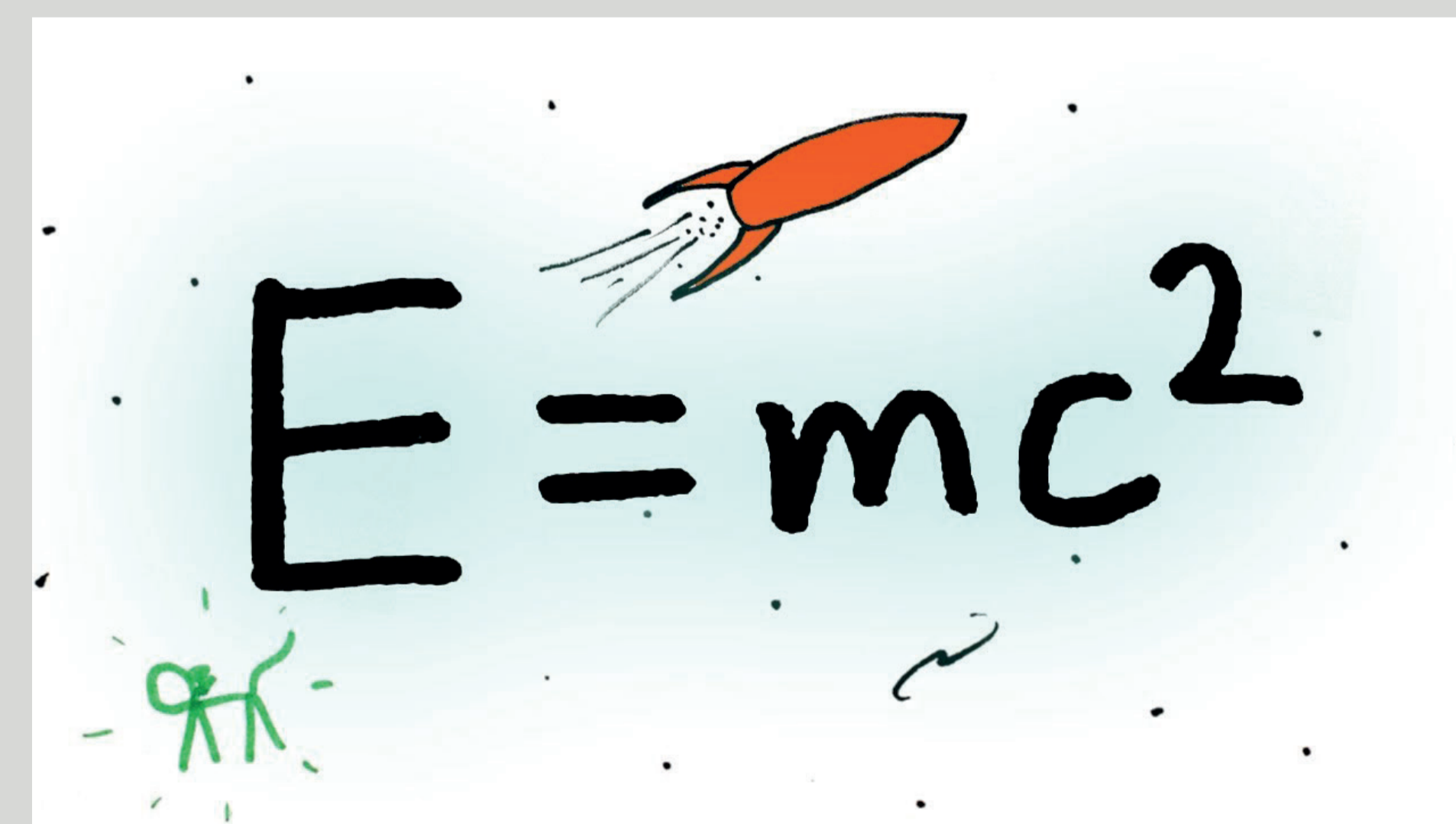
2. Принцип скорости света — Скорость света одинакова для всех наблюдателей и не имеет зависимости от скорости их движения. Это высшая скорость, и ничто в природе не имеет большей скорости. Световая скорость равна  $3 \cdot 10^8$  м/с.

Первый принцип можно легко доказать простым примером, на который я наткнулся на просторах интернета. Представьте себе такую ситуацию: в саду возле дома стоит стул и рядом ведро попкорна. Вы садитесь на стул и ожидаете. Не происходит ничего. Но в это время вы движетесь относительно пространства, т.к. Земля вращается вокруг Солнца, но благодаря тому, что вы и попкорн движетесь с одинаковой, постоянной скоростью относительно друг друга (нулевой) ничего не происходит. Теперь представьте, что вы поставили стул и ведро попкорна в салон автобуса. Пока автобус едет с постоянной скоростью происходит тоже самое, что и в саду вашего дома — не происходит ничего. Можно предположить, что в любой инерциальной системе отсчета (там, где вы и попкорн движетесь относительно друг друга с не изменяющейся скоростью) законы физики будут одинаковы (в данном случае они не проявляются, результирующая сила равна нулю).

Второй принцип лично у меня вызывал много вопросов, я пытался найти доказательство того, что скорость света постоянна. На одном из англоязычных ресурсов была сказана хорошая вещь: физика — это не математика (да ладно?!), здесь не бывает точных доказательств, выводов каких-либо чисел. Здесь есть постулаты, которые доказываются или опровергаются экспериментом.

Подобное говорил Ричард Фейнман:

*«Опыт, эксперимент — это единственный судья научной истины»*



Знаменитая формула эквивалентности массы и энергии

Так постоянство скорости света было доказано с помощью опыта Майкельсона-Морли описанного ранее.

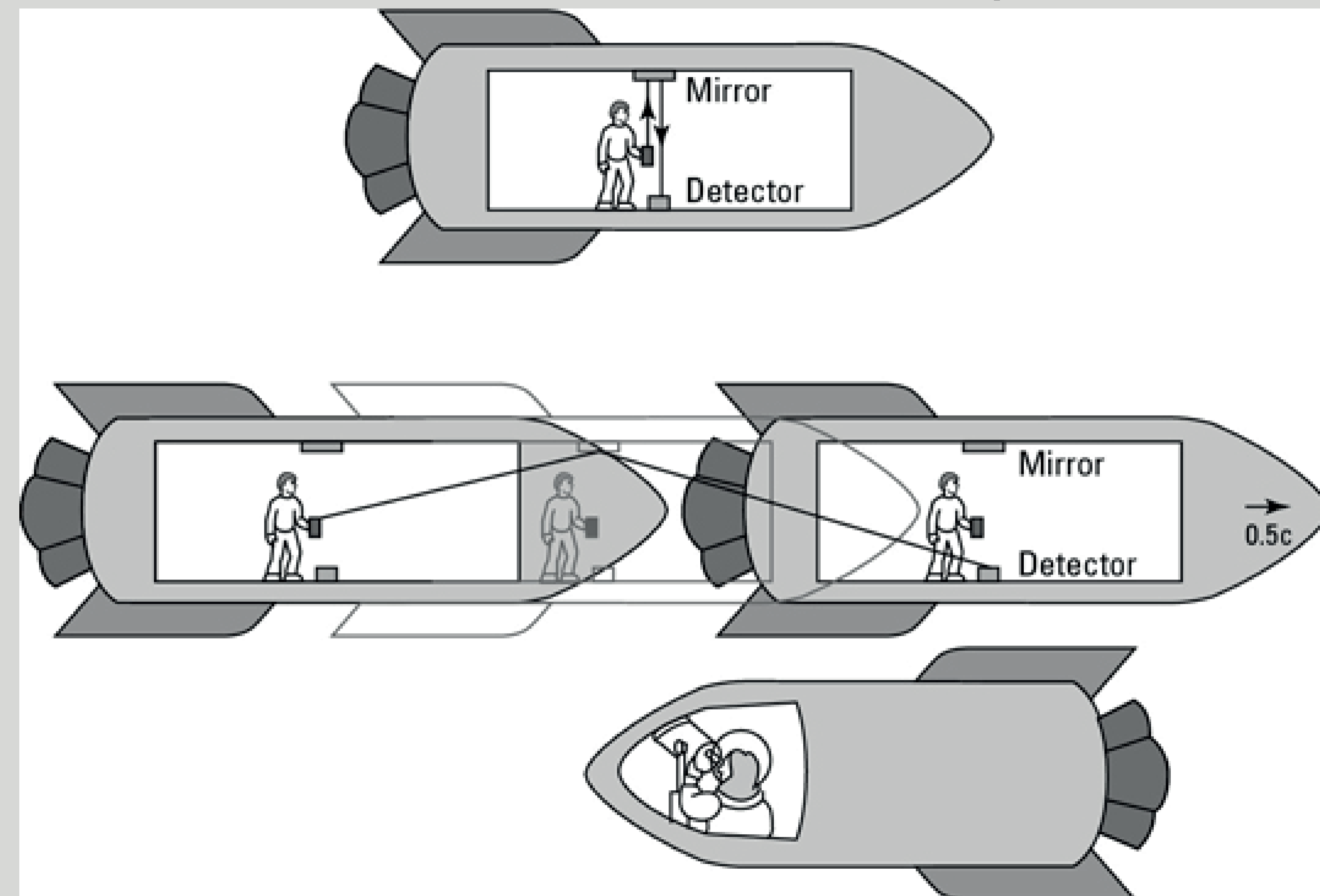
Из двух принципов (по сути дела являющиеся очень простыми), вытекает множество следствий. Например, эквивалентность масс и энергий — знаменитая формула Эйнштейна — ставшая этаким символом теории относительности —  $E=mc^2$  (где  $E$  — энергия,  $m$  — масса,  $c$  — скорость света).

В силу эквивалентности массы и энергии, энергия, которой обладает движущийся объект, должна теперь добавляться к его массе. Другими словами, чем больше энергия, тем труднее увеличить скорость. Правда, этот эффект существенен лишь при скоростях, близких к скорости света. Если, например, скорость какого-нибудь объекта составляет 10% скорости света, то его масса лишь на 0,5% больше нормальной, тогда как при скорости, равной 90% скорости света, масса уже в 2 раза превышает нормальную. По мере того как скорость объекта приближается к скорости света, масса растет все быстрее, так что для дальнейшего ускорения требуется все больше и больше энергии. На самом деле скорость объекта никогда не может достичь скорости света, так как тогда его масса стала бы бесконечно большой, а поскольку масса эквивалентна энергии, для достижения такой скорости потребовалась бы бесконечно большая энергия.

Таким образом, любой нормальный объект в силу принципа относительности навсегда обречен двигаться со скоростью, не превышающей скорости света. Только свет и другие волны, не обладающие «собственной» массой, могут двигаться со скоростью света.

Еще один замечательный вывод из теории — не существует абсолютного времени. Давайте поставим мысленный эксперимент. Допустим, вы находитесь на борту космического корабля, обладающего прозрачным корпусом (небольшой нюанс), и у вас есть лазерная пушка в руках, зеркало на потолке и датчик на полу. Если корабль будет двигаться с какой-либо скоростью, а вы будете находиться на борту корабля, то вы увидите, что свет движется перпендикулярно. Однако, если вы будете находиться на неподвижном объекте, например, на планете Земля, то для вас испущенный свет будет проходить большее расстояние, траектория будет диагональной. Так как, скорость равна расстоянию, поделенному на время, а скорость света всегда постоянна, то и время движения света для двух случаев будет разным!

Этот эффект получил название замедление времени, и если человек проведет год на какой-либо



Различия в пути света для разных наблюдателей.

Сверху: путь, который видит человек на борту корабля где проводят эксперимент.

Снизу: путь, который видит человек с другого корабля.

планете, которая движется очень быстро относительно Земли (или в том же самом космическом корабле), то когда он вернется на Землю окажется, что с момента вылета прошло лет тридцать (это условные значения). Почему это происходит? Все жизненные процессы происходят на молекулярном уровне, когда протекают химические реакции, в которых участвуют молекулы, состоящие из атомов, которые состоят из протонов, нейтронов, которые состоят из кварков (так мы добрались до квантового уровня). Чтобы совершать какие-либо процессы, частице, например, электрону нужно перебраться из одного места в другое.

Когда вы движетесь с очень большими скоростями, все частицы внутри вашего тела совершают самые обычные свои движения, из точки А в точку Б. Но если рассматривать с неподвижного тела, с Земли, к примеру, то т.к точка Б перемещается (вы же движетесь), то и частица должна проходить больший путь, и для постоянства скорости, нужно большее время. Таким образом, год, проведенный на космическом корабле равен тридцати годам на Земле (опять же условные значения, все зависит от того насколько быстро вы двигались).

Интересный факт, что время мы можем измерять гораздо точнее чем длину! Даже метр определяется как расстояние, которое свет проходит за время 0,000000003335640952 секунды, измеренное при помощи цезиевых часов. Само это число соответствует историческому определению метра как расстояния между двумя отметками на специальном платиновом стержне, хранящемся в Париже.

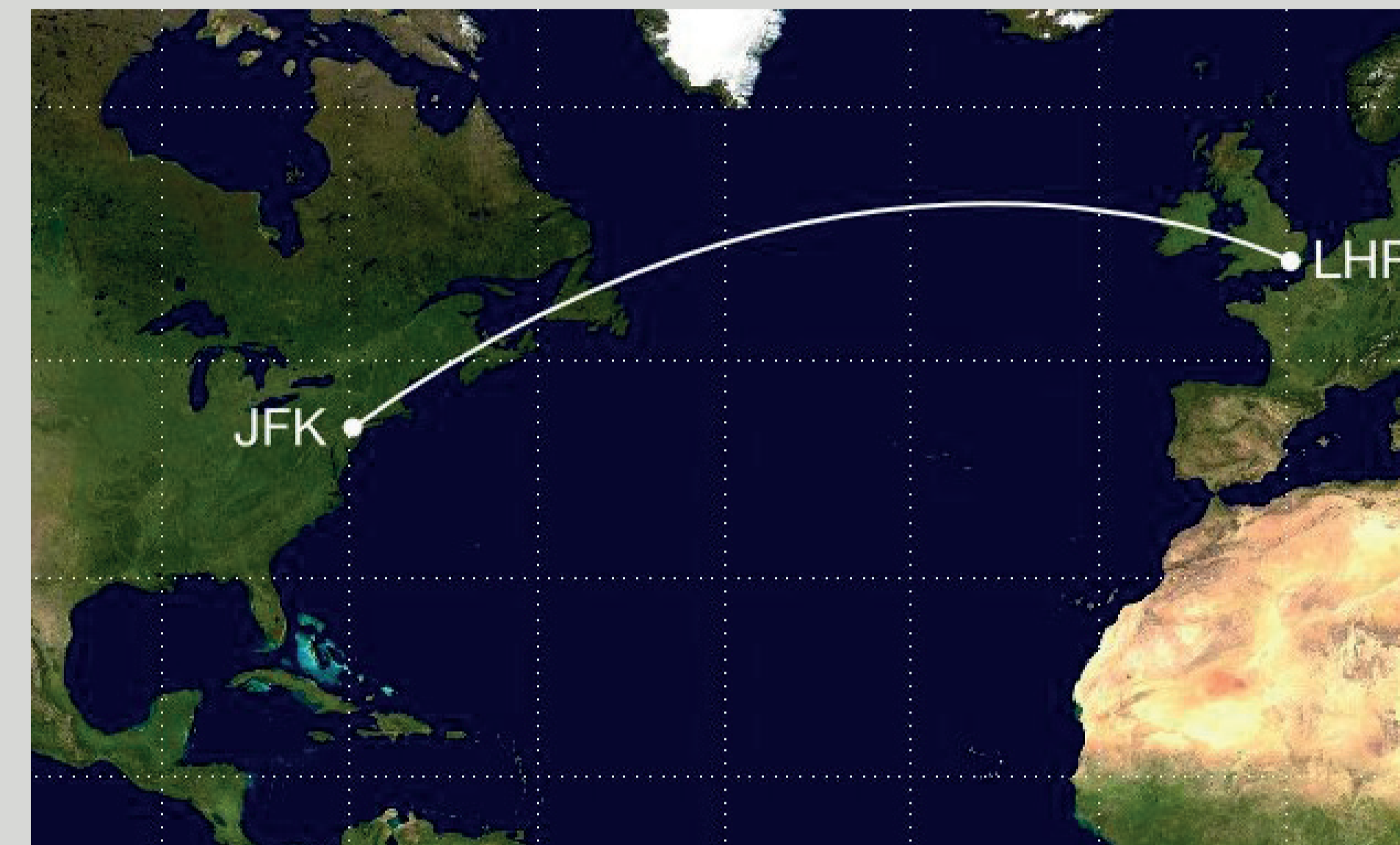
Так же, теория относительности вынуждает нас принимать абсолютно новое представление о природе пространства. Мы привыкли считать, что мы живем в трехмерном пространстве, иными словами, положение точки в пространстве задается тремя координатами. Эйнштейн же сказал, что мы живем в четырехмерном мире, где пространство и время неразрывно связаны и образуют единый пространственно-временной континуум, или же просто пространство-время. Любая точка в четырехмерном мире задается тремя пространственными координатами и одной временной.

Специальная теория относительности позволила объяснить постоянство скорости света для всех наблюдателей (установленное в опыте Майкельсона и Морли) и правильно описывала, что происходит при движении со скоростями, близкими к скорости света. Однако новая теория противоречила ньютоновской теории гравитации, согласно которой объекты притягиваются друг к другу с силой, зависящей от расстояния между ними. Последнее означает, что, если сдвинуть один из объектов, сила,

действующая на другой, изменится мгновенно.

Иначе говоря, скорость распространения гравитационных эффектов должна быть бесконечной, а не равной (или меньшей) скорости света, как того требовала теория относительности. С 1908 по 1914 г. Эйнштейн предпринял ряд безуспешных попыток построить такую модель гравитации, которая согласовалась бы со специальной теорией относительности. Наконец, в 1915 г. он опубликовал теорию, которая сейчас называется общей теорией относительности.

Эйнштейн высказал предположение революционного характера: гравитация — это не обычная сила,

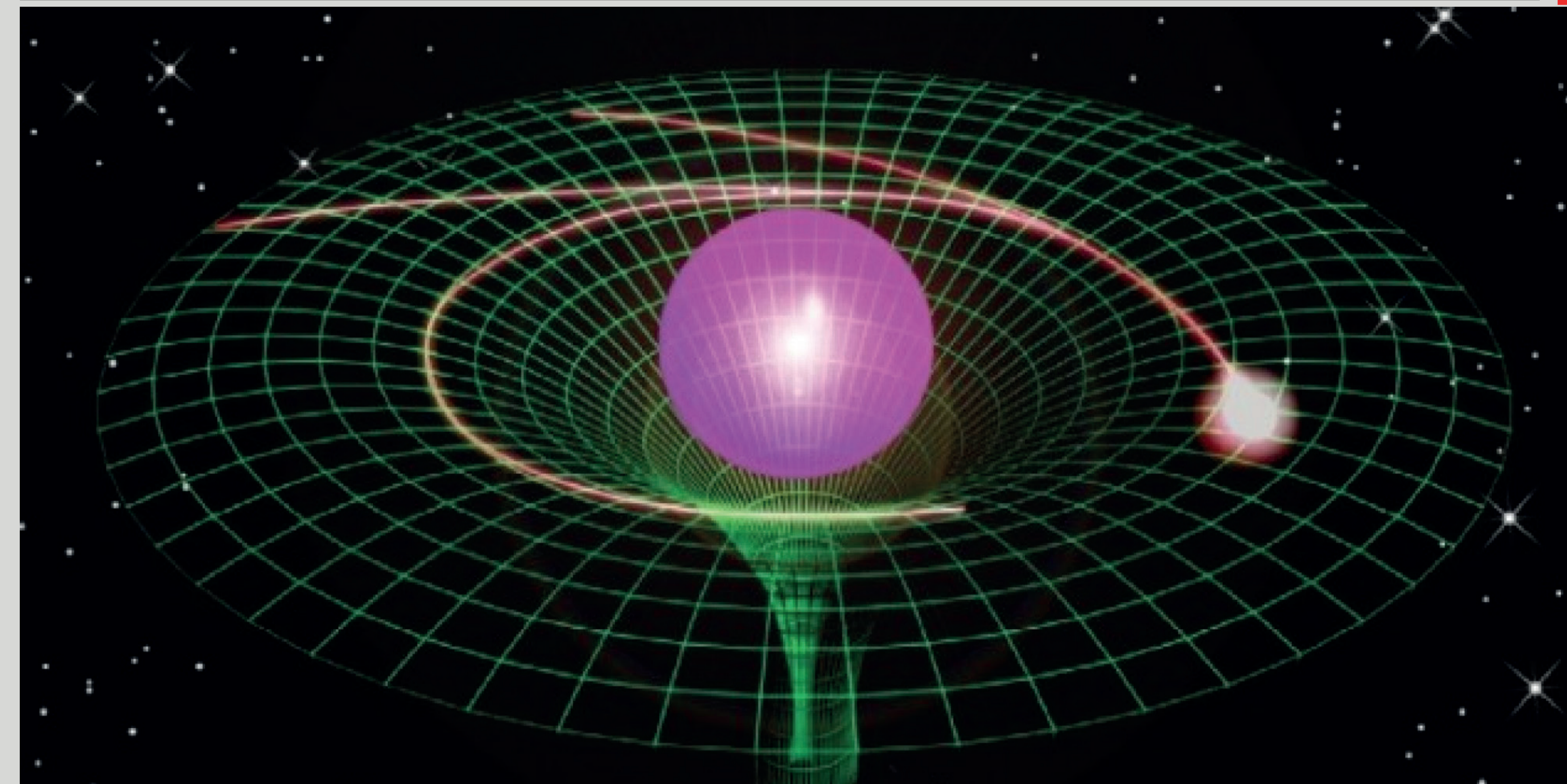


Именно такая траектория является самым коротким путем между Лондоном и Нью-Йорком

а следствие того, что пространство-время не является плоским, как считалось раньше; оно искривлено распределенными в нем массой и энергией. Такие тела, как Земля, вовсе не принуждаются двигаться по искривленным орбитам гравитационной силой; они движутся по линиям, которые в искривленном пространстве более всего соответствуют прямым в обычном пространстве и называются геодезическими.

Геодезическая — это самый короткий путь между двумя соседними точками. Например, поверхность Земли есть искривленное двумерное пространство. Геодезическая на Земле называется большим кругом и является самым коротким путем между двумя точками. Поскольку самый короткий путь между двумя аэропортами — по геодезической, диспетчеры всегда задают пилотам именно такой маршрут. Согласно общей теории относительности, тела всегда перемещаются по прямым в четырехмерном пространстве-времени, но мы видим, что в нашем трехмерном пространстве они движутся по искривленным траекториям.

Масса Солнца так искривляет пространство-время, что, хотя Земля движется по прямой в четырехмерном пространстве, мы видим, что в нашем трехмерном пространстве она движется по круговой орбите. Орбиты планет, предсказываемые об-



Искривление пространства времени, вызванное массой тела

щей теорией относительности, почти совпадают с предсказаниями ньютоновской теории тяготения. Однако в случае Меркурия, который, будучи ближайшей к Солнцу планетой, испытывает самое сильное действие гравитации и имеет довольно вытянутую орбиту, общая теория относительности предсказывает, что большая ось эллипса должна поворачиваться вокруг Солнца примерно на один градус в десять тысяч лет. Несмотря на его малость, этот эффект был замечен еще до 1915 г. и рассматривался как одно из подтверждений теории Эйнштейна. В последние годы радиолокационным методом были измерены еще меньшие отклонения орбит других планет от предсказаний Ньютона, и они согласуются с предсказаниями общей теории относительности.

Еще одно предсказание общей теории относительности состоит в том, что вблизи массивного тела типа Земли время должно течь медленнее. Это следует из того, что должно выполняться определенное соотношение между энергией света и его частотой (т.с. числом световых волн в секунду): чем больше энергия, тем выше частота. Если свет распространяется вверх в гравитационном поле Земли, то он теряет энергию, а потому его частота уменьшается. (Это означает, что увеличивается интервал времени между гребнями двух соседних волн). Наблюдателю, расположенному на большой высоте, должно казаться, что внизу все происходит медленнее. Это предсказание было проверено в 1962 г. с помощью двух очень точных часов, расположенных: одни на самом вершине водонапорной башни, а вторые — у ее подножья.

Оказалось, что нижние часы, которые были бли-

же к Земле, в точном соответствии с общей теорией относительности шли медленнее. Разница в ходе часов на разной высоте над поверхностью Земли приобрела сейчас огромное практическое значение в связи с появлением очень точных навигационных систем, работающих на сигналах со спутников. Если не принимать во внимание предсказаний общей теории относительности, то координаты будут рассчитаны с ошибкой в несколько километров!

Теория относительности освободила нас от абсолютного времени. Возьмем пару близнецов. Предположим, что один из них отправился жить на вершину горы, а другой остался на уровне моря. Тогда первый состарится быстрее, чем второй, и поэтому при встрече один из них будет выглядеть старше другого. Правда, разница в возрасте была бы совсем мала, но она сильно увеличилась бы, если бы один из близнецов отправился в долгое путешествие на космическом корабле со скоростью, близкой к скорости света. По возвращении он оказался бы значительно моложе своего брата, который оставался на Земле. Это так называемый парадокс близнецов, но он парадокс лишь для того, кто в глубине души верит в абсолютное время. В общей теории относительности нет единого абсолютного времени; каждый индивидуум имеет свой собственный масштаб времени, зависящий от того, где этот индивидуум находится и как он движется.

Теория относительности заложила фундамент для всей физики на ближайшие столетия, хоть она и обладает некоторыми промахами, из-за чего ее не принимают как единственную теорию всего. Об этом поговорим в следующих выпусках.



Интересный факт!

Теория большого взрыва (о которой мы поговорим в одном из следующих выпусков) хоть и основывается во многом на теории относительности, она одновременно показывает неполноценность этой теории, можно даже сказать нарушает ее, ломает в пух и прах. Об этом расскажем позже:)



# Обреченный Марти Макфлай



Путешествие во времени — излюбленный сюжет многих режиссеров, предпочитающих фильмы с элементами фантастики. Чего стоит фильм «Назад в будущее», где герои путешествуют во времени при помощи специальной машины. Но с недавнего времени эта тема стала называться не фантастика, а научная фантастика. За это огромное спасибо ученым и отдельно кинокартине «Интерстеллар», которая создавалась, опираясь на самые современные знания о космосе и его процессах. Согласитесь, сейчас об этой теме говорят уже не как о детском лепете.

Данная статья целиком и полностью основана на суждениях Стивена Хокинга — известного космолога и физика современности. Данный человек всегда стремился объяснить обычным людям удивительнейшие процессы во Вселенной, опираясь на логику и не прибегая к сложнейшим формулам из теоретической физики. Благодаря ему космология сейчас такая, каковой является и доступна даже детям.

## Путешествия в прошлое. Парадокс

Хокинг очень любит показывать свою точку зрения при помощи экспериментов, которые были созданы в его воображении. Однажды, совершая один из своих экспериментов, он наткнулся на парадокс, который был назван «Парадоксом безумного ученого»:

«Представьте, что есть некий безумный ученый, готовый заплатить своей жизнью ради экспери-

мента. Он создал временной тоннель в прошлое протяженностью всего в 1 минуту, то есть через этот тоннель ученый может видеть себя таким, каким он был ровно 1 минуту назад, словно он смотрит на экран. У него был пистолет, который он готовил для выстрела в течение 1 минуты: заряжал, прикручивал глушитель и т.п. А затем, зарядив пистолет, посмотрел в тоннель и увидел, как он сам до сих пор готовит пистолет к выстрелу, то есть увидел то, что было с ним минуту назад. А вдруг ему захочется выстрелить в тоннель и убить себя преждего? Он выстрелил и убил себя, но тогда, если в прошлом он умер и даже не успел нажать на курок, как он мог выстрелить в себя в настоящем? Кто в него стрелял? Это и есть парадокс и его не так то легко понять.»

Основной закон физики — причина предопределяет следствие, но в эксперименте с безумным ученым произошло так, что следствие предопределило причину. Такое невозможно, а значит, скорее всего, к сожалению или к счастью, путешествие в прошлое из будущего никаким успехом не увенчается.

Если путешествия во времени возможны, то где же туристы из будущего?

— Стивен Хокинг

## Путешествия в будущее

Тем не менее, если путешествовать в прошлое никто не может, это еще не означает невозможность путешествия в будущее.

Еще Альберт Эйнштейн предположил, что есть места, где время замедляется, а есть места, где оно ускоряется. И доказательство этих слов мы можем видеть уже сейчас. Система GPS, которая стала незаменимой вещью в навигации, состоит из 31 спутника, которые постоянно сканируют поверхность планеты и отправляют данные на Землю. Именно эти спутники доказывают, что время на орбите Земли течет быстрее, по сравнению со временем на Земле. В строении абсолютно любого спутника имеются очень точные часы, но все равно, сравнивая с земным временем, циферблат убегает на 1/3 миллиардной доли секунды в день. Именно поэтому в каждом спутнике есть специальное ПО, предназначенное для корректировки времени, иначе вся система GPS будет иметь погрешность, которая увеличивается на 9 километров в день, то есть в ваших навигаторах будет показываться местность, которая значительно дальше от вашего реального местоположения.

На основании этого можно предположить, что вблизи массивных тел время замедляется и на него влияет материя, поэтому космонавты моложе постоянных жителей Земли менее чем на секунду. А значит, вблизи сверхмассивного тела время и вовсе будет течь медленнее.

Черные дыры обладают самыми большими массами, поэтому являются идеальным местом для путешествий во времени. По подсчетам, если космическому кораблю удастся находиться на орбите черной дыры, то время здесь будет течь в 2 раза медленнее, то есть если аппарат находился там 5 лет, то на Земле за этот промежуток пройдет уже 10 лет и по прибытии на Землю члены экипажа будут моложе своих ровесников на 10 лет. Но существует проблема — нужно удержаться на орбите черной дыры, которая притягивает даже свет. Для этого аппарату требуется огромная скорость при движении по орбите, равная 99% скорости света, что при нынешних технологиях совершенно невозможно.

Есть второй способ попасть в будущее, который уже не требует наличия черной дыры. Нужно развить скорость, сильно приближенную к скорости света, гораздо большую, чем в случае с черной дырой. И опять же, нам потребуется эксперимент Хокинга.

Представьте, что по всей поверхности Земли протянута транспортная система, по которой движется поезд, созданный для путешествий во времени. Поезд стремится к скорости света. И вот он уже достиг околосветной скорости и за 1 секунду делает 7 витков вокруг планеты. Но время и скорость света



это два сообщника, стерегущие законы физики. Ничто не может двигаться быстрее скорости света. Чтобы помешать поезду обогнать свет, время начинает замедляться, дабы понизить относительную скорость поезда. А теперь представьте, что внутри поезда встал один пассажир и начал бежать по направлению движения поезда, поэтому его скорость бега будет накладываться на скорость поезда. В таком случае время еще больше замедлится и все равно, пассажиру никогда не превзойти свет, иначе весь фундамент физики, астрономии и космологии рухнет. И вот, когда поезд остановится, пассажиры уже будут в далеком будущем, так как время вне поезда по отношению к пассажирам было просто молниеносным.

К счастью, уже сейчас имеется практический аналог такого эксперимента, который называется Большой Адронный коллайдер (про него наверняка будет статья в одном из следующих выпусков) или же ускоритель частиц. Элементарные частицы в этом устройстве за долю секунды приобретают 99% от скорости света. Когда это происходит, они тоже начинают делать скачки сквозь время. Например, существуют частицы, которые называются пи-мезонами. Их особенность в том, что они при обычных условиях распадаются за 2 миллионной доли секунды, но при разгоне в ускорителе время их распада увеличивается в 30 раз. Они путешествуют во времени.

И в первом, и во втором случае нам потребуется разогнаться до огромнейших скоростей, что пока не представляется возможным. Для получения энергии мы используем нефть, уголь или водород (в космической энергетике). К сожалению, этой энергии недостаточно для разгона до световых скоростей.

В итоге, человечество может ответить на два вопроса, связанных с путешествиями во времени. Возможно ли переместиться в прошлое? Нет! Возможно ли переместиться в будущее? Да! А значит, если бы Марти Макфлай из фильма «Назад в будущее» существовал не только на киноленте, но и в реальности, он был бы обречен застрять в будущем, не имея шансов попасть домой.



Как только фантасты не представляли себе путешествия в космосе на световых скоростях, сколько киношедевров вышло на эту тематику! Звездные войны, звездный путь, назад в будущее и много других! Интересно, чей же фильм окажется ближе к истине?



# Парадокс Ферми: Одни ли мы во Вселенной?

В звёздную ночь каждый из нас чувствует нечто особенное, когда обращает свой взгляд на ночное небо и видит подобную картину.

Как правило, множество людей обескуражены гигантскими размерами видимой Вселенной. Лично мной овладевает опустошенное состояние, не покидающее меня, по крайней мере, последующие полчаса. Каждый чувствует нечто.



Наше ночное небо состоит из небольшого количества самых ярких и ближайших звёзд из красной области

waitbutwhy.com

Галактика «Млечный путь»

То же самое нечто ощутил физик Энрико Ферми, задавшийся парадоксальным вопросом: А где все?

Звездное небо, кажется огромным, но это только видимая для нас часть Вселенной. Яркие огоньки, которые вы видите — это далекий свет, который дошел от ближайших нас звезд за несколько миллиардов лет. В лучшем случае мы видим порядка 3 тыс. звезд (эта одна стомиллионная часть от нашей Вселенной), и все они находятся менее чем в 2000 световых годах от нас (1% диаметра Млечного Пути). На самом деле мы видим это (взгляните на картинку слева)

Натыкаясь на тему звезд и галактик, люди неизбежно начинают задаваться вопросом, «существует ли там разумная жизнь?». Давайте возьмем немного чисел. Радиус видимой Вселенной примерно 45,000,000,000 световых лет. В ней как минимум 100,000,000,000 галактик. В каждой из которых содержится от 100,000,000,000 до 1,000,000,000,000 звезд. В общем случае среди этих звезд, встречаются и солнцеподобные звезды (идентичные по температуре, размеру и по количеству экзопланет).

Известно, что землеподобные планеты, около солнцеподобных звезд, встречаются тоже очень часто. И скорее всего, существует триллионы обитаемых планет во всей Вселенной. Значит, должна быть

масса возможностей для зарождения и развития разумной жизни.

Проведем теоретизацию: Допустим, что после достаточного долгого времени, на 1% планет земного типа зародилась одноклеточная жизнь, а еще 1% дошла до уровня цивилизации, интеллект которой схож с нашей планетой. Тогда количество таких планет будет составлять 10 квадриллионов! Число очень внушительное, согласитесь.

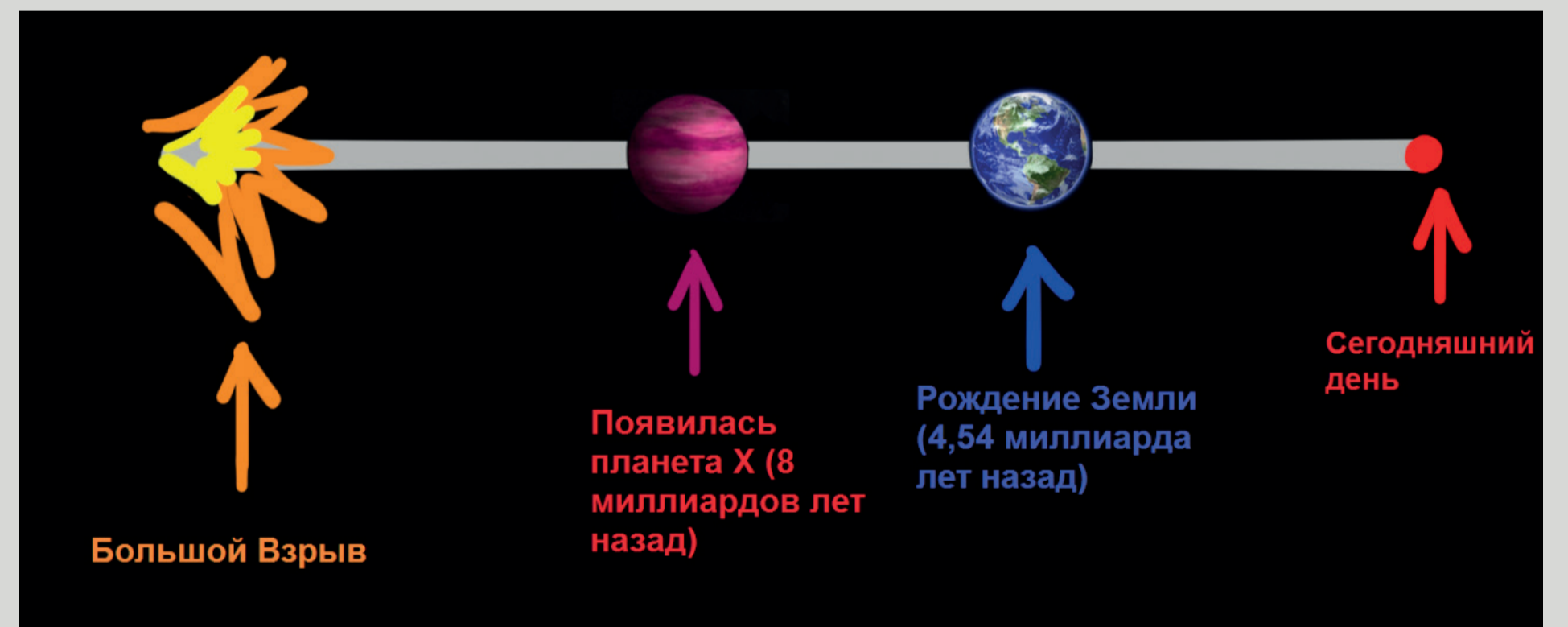
Вернемся к нашей галактике и проделаем тот же опыт. Получим что среди 100 миллиардов звезд, есть как минимум 100 000 разумных цивилизаций. Это значит, что как минимум 100 000 планет развиты так же, как и мы. И все это в нашей галактике.

SETI («поиск внеземного разума») — это организация, которая занимается тем, что пытается услышать сигналы другой разумной жизни. Если мы правы и в нашей галактике 100 000 или больше разумных цивилизаций, и хотя бы часть из них посылает радиоволны или лазерные лучи, пытаюсь связаться с другими, SETI должна была поймать эти сигналы хотя бы разок.

Но не поймала. Ни одного. Ни разу. Отсюда главный вопрос: **Где все?**

Это странно. Солнце — относительно молодая звезда по меркам Вселенной. Логично рассуждать что существует планета земного типа, которая зародилась гораздо раньше, чем Земля, и уровень развития цивилизации выше земной.

К примеру: Допустим, что в некотором месте в нашей галактике, есть планета (назовем ее X), которая



зародилась 8 млрд лет назад. В то же время наша Земля, имеет возраст ~ 4.54 млрд лет. Также допустим, что история этой планеты схожа с земной. Тогда каков будет уровень развития этой цивилизации:

Уровень развития, знания и технологии этой цивилизации, которая старше нашей на 3.46 миллиарда лет, могут шокировать нас так же, как современный мир неандертальцу из каменного века. Цивилизация, которая впереди нас на миллиард лет, будет вероятно непонятной для нас. Существует шкала Кардашева. С ее помощью мы



определим уровень развития цивилизации в трёх типах, по уровню использования энергии:

- **Цивилизация I типа** использует всю энергию своей планеты. Мы пока не добрались до цивилизации I типа, но приближаемся к этому (Карл Сэган назвал нас цивилизацией 0,7 типа).
- **Цивилизация II типа** использует всю энергию своей родной звезды. Это трудно представить, так как сложно догадаться в принципе работы такого механизма. В графической иллюстрации это будет что-то наподобие сферы Дайсона:
- **Цивилизация III типа** использует энергию, сопоставимую с тем, что вырабатывает весь Млечный Путь.

Если Вам трудно поверить в возможное существование цивилизации III типа, Вам не стоит забывать, что планета X по нашему условию опережает нас на 3.46 миллиарда лет! Составив прогрессию, что за 4.54 млрд лет мы дошли до уровня 0.7 по шкале Кардашева, то за 8 млрд лет планета X дойдет до III уровня (прогрессия геометрическая).

Есть гипотеза о том, как будет проводится колонизация галактики: Цивилизация, дойдя III уровня отправит машинные зонды на другие экзопланеты, в которых достаточные условия для возникновения жизни. Далее на этой планете произойдет тот же самый процесс. И если учесть, что те самые зонды добираются до планет и колонизирует их за 500 лет. То колонизация всей галактики займет 3 миллиона лет, что является мгновением для истории зарождения галактики.

Продолжаем размышлять. Если 0.1% разумной жизни выживает достаточно долго, чтобы стать потенциальной колонизирующей галактику цивилизацией III типа, наши расчеты приведут к результату, что конкретно в нашей галактике должно быть не меньше 1000 цивилизацией III типа — и, предполагая мощь таких цивилизаций, их присутствие едва ли осталось бы незамеченным. Но мы ничего не слышим, не видим и вовсе не замечаем. Нам ничего о них не известно.

**Отсюда вопрос: Где же все?**  
**Доброе пожаловать в парадокс Ферми!**  
*(продолжение в след. выпуске)*



Таким образом, по мнению фантастов, будет использоваться энергией звезды цивилизация 2 типа. Это сфера Дайсона



## Химия цвета

Почему некоторые химические соединения цветные, а другие нет?

Вообще, химические вещества бывают органические и неорганические. Все вещества, содержащие углерод—это органические вещества (иногда органическую химию называют просто химия углерода). Цветные неорганические вещества обуславливаются одним фактором, а цветные органические—совсем другим, хотя в основе лежит один и тот же процесс.

### Начнем с неорганических соединений.

Если посмотреть на периодическую таблицу элементов Дмитрия Ивановича Менделеева в длиннопериодном варианте, то можно заметить особую группу элементов (химики называют их переходные металлы) которая находится в центре таблицы. Всего 66 переходных металлов, причем 38 из них d-элементы, а 28 f-элементы. В неорганической химии чаще всего окрашены соединения переходных металлов.

### Немного отвлечемся, чтобы понять как устроен атом и где находятся электроны.

Молекулы состоят из атомов, атомы состоят из ядра и окружающего его электронов. Электроны заряжены отрицательно, поэтому для выполнения электронейтральности атома, их количество равно количеству положительно заряженных протонов,

находящихся в ядре. Ядро состоит из положительных заряженных протонов и нейтронов (не имеющих заряда). О ядре поговорим в другом выпуске, когда будем касаться Стандартной модели. А электроны представляют большой интерес сейчас.

Очень знаменитый физик Нильс Бор предложил теорию атома водорода, согласно ее математическому аппарату, скорость электрона в атоме водорода равна 2190 км/с. В атоме водорода всего один протон и соответственно один электрон. По мере увеличения числа электронов они находятся все дальше и дальше от ядра, и их скорость увеличивается. То есть 2190 км/с—это самая минимальная скорость электрона.

Существует некая иерархия электронов в атоме. Сначала есть энергетические уровни—1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, потенциально могут быть и дальнейшие, но пока изучено 118 элементов, и электроны последнего уместятся на 7 уровнях. Энергия этих уровней возрастает от 1 и выше. Затем есть электронные орбитали—s, p, d, f, которые различаются по своей форме. Энергия орбитали тоже возрастает начиная от s и выше в том порядке, в котором они перечислены. Что такое орбиталь? В общем, любая точка внутри орбитали—это положение, в котором электрон может находиться с наибольшей вероятностью. Трудно уследить за маленькой частичкой, масса которой  $9 \cdot 10^{-31}$  кг двигающейся с огром-

Periodic Table of the Elements

1 1IA 1A	2 IIA 2A											13 IIIA 3A	14 IVA 4A	15 VA 5A	16 VIA 6A	17 VIIA 7A	18 VIIIA 8A		
1 H Hydrogen 1.0079	2 He Helium 4.00260											5 B Boron 10.811	6 C Carbon 12.011	7 N Nitrogen 14.0074	8 O Oxygen 15.9994	9 F Fluorine 18.998403	10 Ne Neon 20.1797		
3 Li Lithium 6.941	4 Be Beryllium 9.01218	11 Na Sodium 22.989768	12 Mg Magnesium 24.305	3 IIIB 3B	4 IVB 4B	5 VB 5B	6 VIB 6B	7 VIIB 7B	8 VIII 8	9 VIII 8	10 VIII 8	11 IB 1B	12 IIB 2B	13 Al Aluminum 26.981539	14 Si Silicon 28.0855	15 P Phosphorus 30.973762	16 S Sulfur 32.066	17 Cl Chlorine 35.4527	18 Ar Argon 39.948
19 K Potassium 39.0983	20 Ca Calcium 40.078	21 Sc Scandium 44.95591	22 Ti Titanium 47.88	23 V Vanadium 50.9415	24 Cr Chromium 51.9961	25 Mn Manganese 54.938	26 Fe Iron 55.847	27 Co Cobalt 58.9332	28 Ni Nickel 58.6934	29 Cu Copper 63.546	30 Zn Zinc 65.39	31 Ga Gallium 69.732	32 Ge Germanium 72.64	33 As Arsenic 74.92159	34 Se Selenium 78.96	35 Br Bromine 79.904	36 Kr Krypton 83.80		
37 Rb Rubidium 85.4678	38 Sr Strontium 87.62	39 Y Yttrium 88.90585	40 Zr Zirconium 91.224	41 Nb Niobium 92.90638	42 Mo Molybdenum 95.94	43 Tc Technetium 98.9072	44 Ru Ruthenium 101.07	45 Rh Rhodium 102.9055	46 Pd Palladium 106.42	47 Ag Silver 107.8682	48 Cd Cadmium 112.411	49 In Indium 114.818	50 Sn Tin 118.71	51 Sb Antimony 121.760	52 Te Tellurium 127.6	53 I Iodine 126.90447	54 Xe Xenon 131.29		
55 Cs Cesium 132.90543	56 Ba Barium 137.327	57-71 Lanthanide Series	72 Hf Hafnium 178.49	73 Ta Tantalum 180.9479	74 W Tungsten 183.85	75 Re Rhenium 186.207	76 Os Osmium 190.23	77 Ir Iridium 192.22	78 Pt Platinum 195.08	79 Au Gold 196.9665	80 Hg Mercury 200.59	81 Tl Thallium 204.3833	82 Pb Lead 207.2	83 Bi Bismuth 208.98037	84 Po Polonium [208.9824]	85 At Astatine 209.9871	86 Rn Radon 222.0176		
87 Fr Francium 223.0197	88 Ra Radium 226.0254	89-103 Actinide Series	104 Rf Rutherfordium [261]	105 Db Dubnium [262]	106 Sg Seaborgium [266]	107 Bh Bohrium [264]	108 Hs Hassium [269]	109 Mt Meitnerium [268]	110 Ds Darmstadtium [269]	111 Rg Roentgenium [272]	112 Cn Copernicium [277]	113 Uut Ununtrium unknown	114 Uuq Ununquadium [289]	115 Uup Ununpentium unknown	116 Uuh Ununhexium [288]	117 Uus Ununseptium unknown	118 Uuo Ununoctium unknown		
		57 La Lanthanum 138.9055	58 Ce Cerium 140.115	59 Pr Praseodymium 140.90765	60 Nd Neodymium 144.24	61 Pm Promethium 144.9127	62 Sm Samarium 150.36	63 Eu Europium 151.9655	64 Gd Gadolinium 157.25	65 Tb Terbium 158.92534	66 Dy Dysprosium 162.50	67 Ho Holmium 164.93032	68 Er Erbium 167.26	69 Tm Thulium 168.93421	70 Yb Ytterbium 173.04	71 Lu Lutetium 174.967			
		89 Ac Actinium 227.0278	90 Th Thorium 232.0381	91 Pa Protactinium 231.03688	92 U Uranium 238.0289	93 Np Neptunium 237.0482	94 Pu Plutonium 244.0642	95 Am Americium 243.0614	96 Cm Curium 247.0703	97 Bk Berkelium 247.0703	98 Cf Californium 251.0796	99 Es Einsteinium [254]	100 Fm Fermium 257.0951	101 Md Mendelevium 258.1	102 No Nobelium 259.1009	103 Lr Lawrencium [262]			

Периодическая таблица Менделеева.

d-элементы окрашены в синий, f-элементы окрашены в зеленый и красный

ными скоростями, поэтому согласно квантовой теории (о ней тоже поговорим в следующих выпусках) говорят о том, где вероятность нахождения электрона наивысшая.

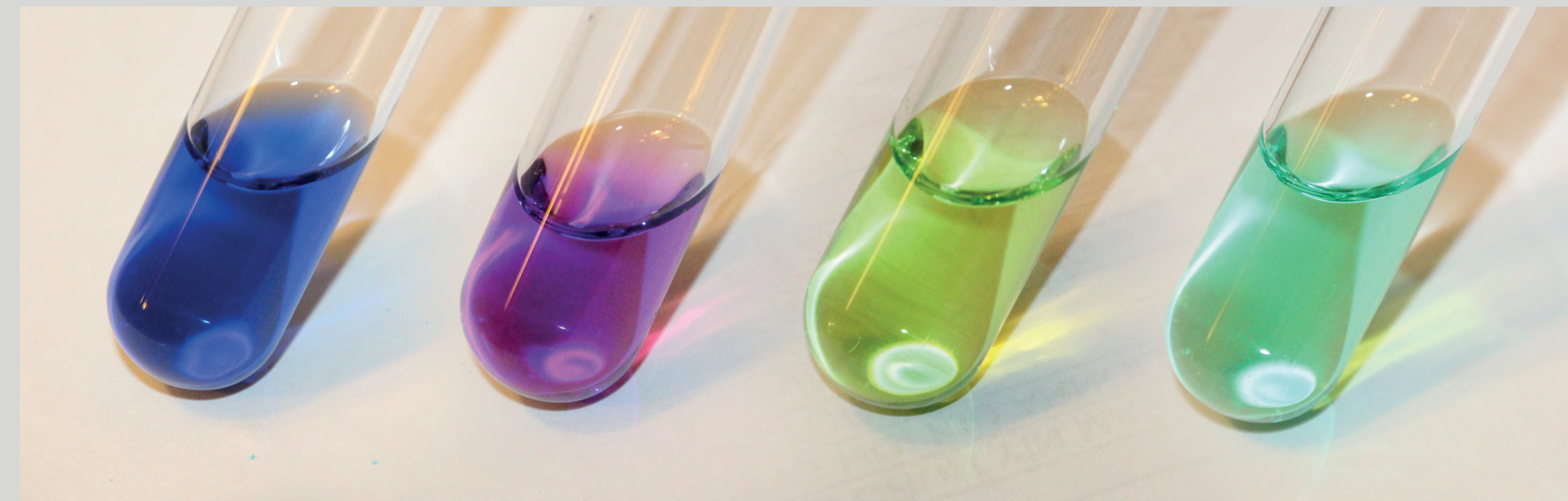
На каждой из орбиталей может находиться некоторое количество электронов на s—2, на p—6, на d—10, на f—14. Поэтому электроны можно называть 1s, или 2s, или 2p, или 3s, или 5s и так далее.

В принципе, можем возвращаться к переходным металлам. Любые химические соединения образуются благодаря спариванию электронов двух элементов (электронов наиболее удаленных от ядра).

Переходные металлы обладают уникальным свойством, у них наиболее удаленные орбитали—d или f. Помните мы употребляли термины d-элемент

и f-элемент? Это просто показатель где находятся валентные электроны (т.е. участвующие в образовании химической связи). А чем же особенны d и f орбитали? В них помещается очень много электронов, 10 и 14 соответственно. Более того, согласно Теории Кристаллического поля, внутри d-орбитали есть различные положения, которые может занимать электрон, обладающие разной энергией.

Если сообщить электрону энергию (облучить электромагнитной волной)—он займет положение с высшей энергией. Если у электрона будет возможность занять положение с низшей энергией—он займет ее, а избыток энергии излучится в виде электромагнитной волны. От разницы энергий двух состояний зависит какая электромагнитная волна излучается или поглощается.



Более того, на цвет влияет не только то, сколько электронов отдает атом, но и то, кем он окружен. Слева направо: никель окружен аммиаком, диаминэтиленом, хлором, водой. (комплексные соединения)



Что же делает морковку такого яркого оранжевого цвета?

Поэтому, внутри d- и f-элементов электроны могут поглощать электромагнитные волны из видимого диапазона, процесс называется возбуждением электрона (когда он занимает высшую по энергии позицию). Почему именно из видимого диапазона? Так получается, что именно волны этого диапазона обладают достаточно высокой энергией для возбуждения, при этом достаточно низкой энергией, чтобы предотвратить переходы электрона на другую орбиталь, или вовсе другой энергетический уровень.

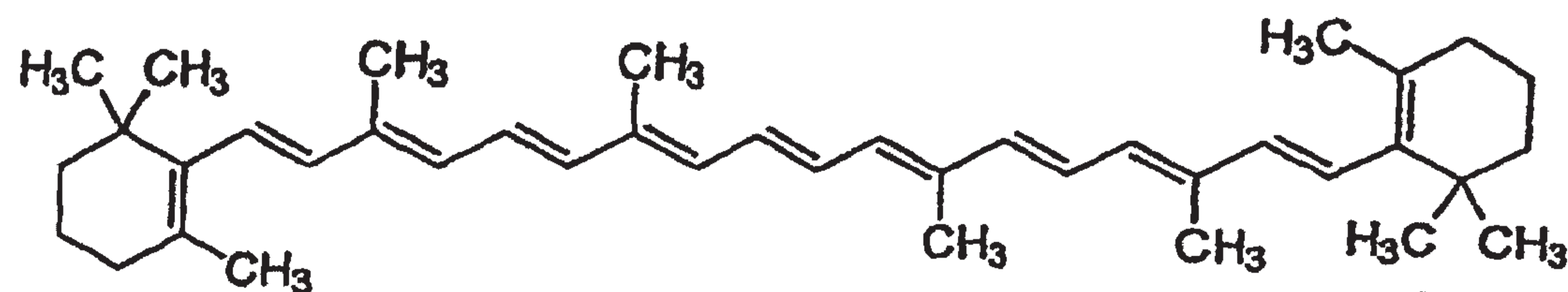
Любое соединение d- и f-элемента поглощает определенную волну из видимого диапазона, причем длина поглощаемой волны зависит от природы элемента. И то, что происходит дальше — крайне интересно. Любой белый свет состоит из всех волн видимого диапазона (все же знают опыт по разложению спектра на его составляющие?). Когда белый свет проходит сквозь эти соединения, поглощается определенная длина волны. И что мы

видим? Мы видим весь спектр без одной какой-то волны, к примеру синей, поэтому соединение уже не может быть бесцветным, нам оно кажется окрашенным.

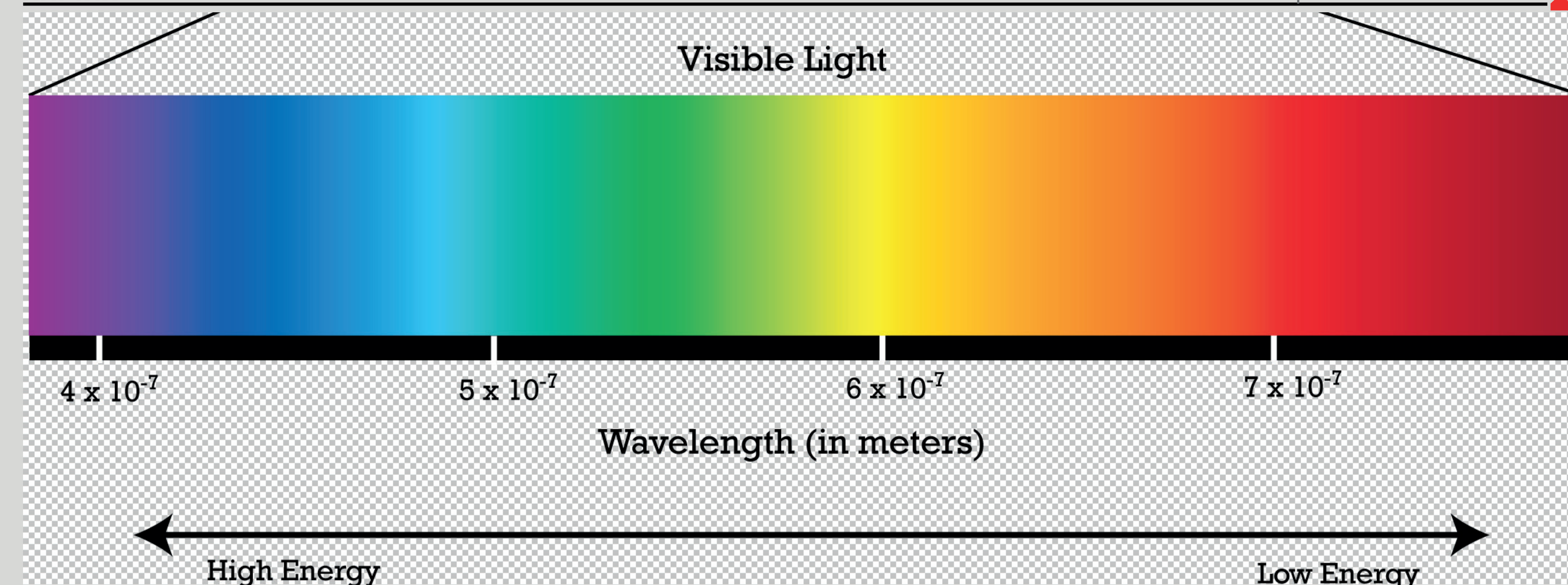
Еще интересней тот факт, что в соединениях эти d- и f-элементы отдают электроны другим элементам, и в зависимости от того, сколько электронов отдаст элемент — будет различаться цвет соединения. Например, если марганец отдаст 7 электронов, то соединение будет фиолетовым (марганцовка), если он отдаст 6 электронов — соединение будет темно зеленым, а если отдаст 4 — темно-коричневым, почти черным.

#### Перейдем к органическим соединениям.

Здесь похожий принцип, только в иной форме. Нам нужно изучить сопряженные органические вещества. Как я уже говорил, все органические соединения содержат углерод, причем только в молекуле природного газа (метан) всего один атом



бета-каротин



Волны видимого диапазона. Справа налево увеличение энергии, уменьшение длины волны углерода, а в остальных молекулах присутствуют связи углерод-углерод. Более того, связи могут быть одинарными, двойными и тройными.

Сопряженные соединения — это такие соединения, в которых идет чередование двойных и одинарных связей по типу углерод-углерод. Например,  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$  (где С — атом углерода, Н — атом водорода). Все связи между атомами образуются перекрыванием электронных облаков, то есть электроны двух атомов становятся общими. Любая одинарная связь образована двумя электронами. Двойная связь — это сочетание одинарной связи и еще одной очень интересной связи, которая называется пи связь. Электроны, образующие пи связь обладают гораздо большей свободой, чем электроны, образующие обычную связь. Поэтому, в сопряженных соединениях они могут грубо говоря гулять по молекуле (только внутри сопряженной части молекулы), то есть они делокализуются. Этот момент пригодится чуть позже.

Когда образуется пи связь, электроны занимают новые Молекулярные орбитали (их количество равно числу электронов образующих связь). Сопряженные системы поглощают электромагнитные волны из ультрафиолетового спектра, для того чтобы пи электроны могли переместиться с высшей по энергии занятой молекулярной орбитали на низшую по энергии не занятую молекулярную орбиталь.

Но мы знаем, что ультрафиолетовая область граничит с областью видимого света. Поэтому в соединениях с очень большими сопряженными системами (много чередующихся двойных и одинарных связей), электроны распространены на настолько большое расстояние (о чем я говорил ранее), что они обладают совсем маленькой энергией (чем больше пространства для движения электрона — тем меньше его энергия), и соответственно им нужно поглотить меньшую энергию для перескока

электрона на другую молекулярную пи орбиталь. Усиливает этот эффект тот факт, что в больших системах много молекулярных орбиталей, то есть у электрона много вариантов куда перескочить, и наверняка найдется возможность перескочить с минимальной разницей в энергии.

Если, посмотреть на электромагнитный спектр, мы заметим, что у ультрафиолетовых волн длина волны меньше, чем у видимого света. То есть, их частота больше и энергия выше, чем у видимого света. И получается, что в больших сопряженных системах нет смысла поглощать ультрафиолетовые лучи, ведь есть возможность поглощать видимый свет (таковой возможности нет у маленьких сопряженных систем).

Отсюда можно заключить следующую тенденцию — чем больше сопряженная система, тем ниже нужна энергия для осуществления электронных переходов, и тем дальше идет сдвиг в сторону микроволн. Разные сопряженные системы поглощают электромагнитное излучение разных длин волн. Например, тот самый пигмент из морковок бета-каротин содержит 11 двойных связей в сопряжении, и поглощает свет с длиной волны 455 нм.

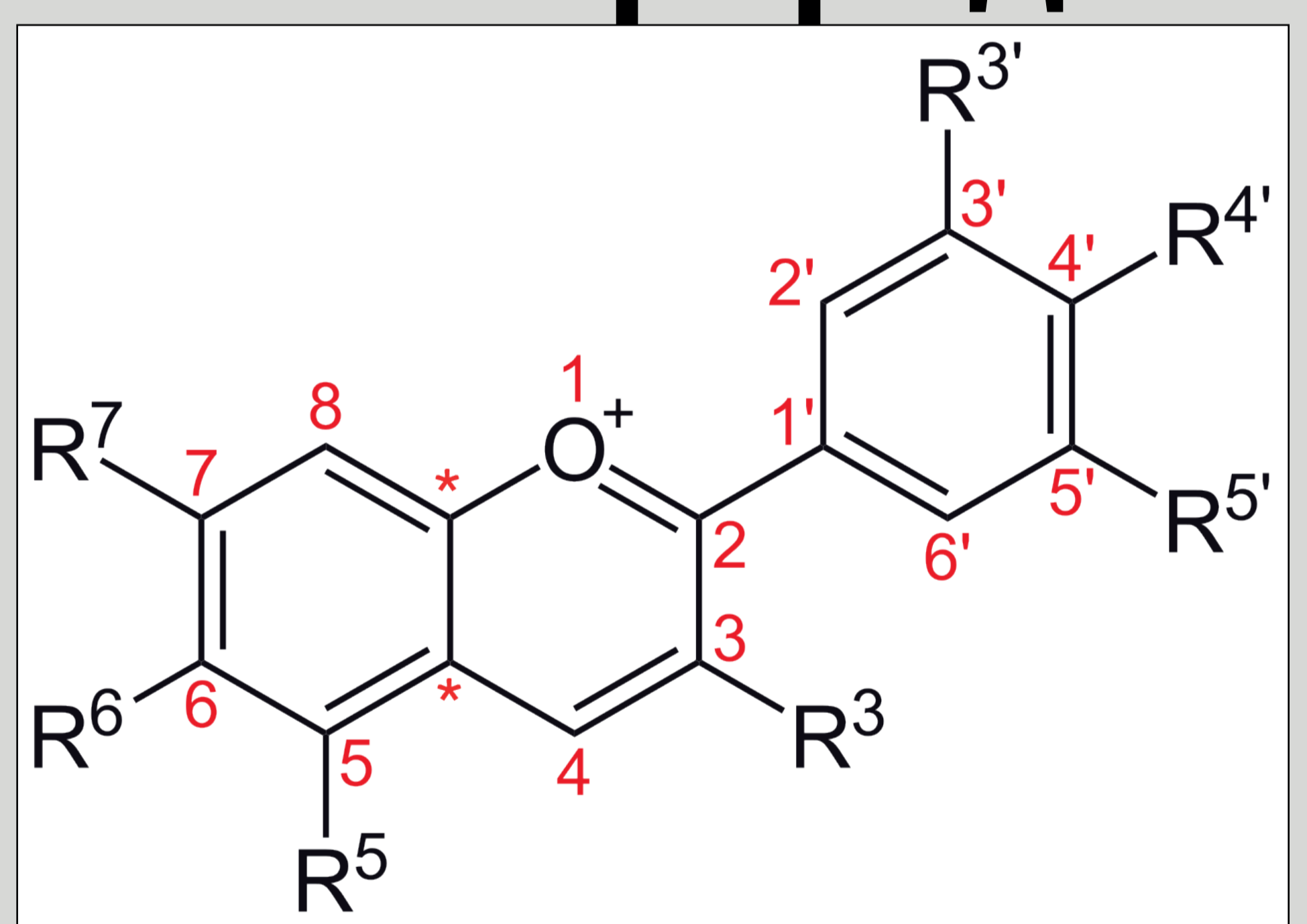
Белый свет от солнца или настольной лампы, как я уже говорил ранее, состоит из волн всех длин видимого региона. Когда белый свет проходит через бета-Каротин, волны с длиной от 400 до 500 нм (соответствующие синему цвету) поглощаются, а все остальные проходят дальше и достигают наших глаз. Таким образом, мы видим свет, без одной волны синего цвета, и получаем желто-оранжевую окраску для бета-Каротина.

Что особенно интересно, так это то, что сопряженные соединения могут видоизменяться в зависимости от кислотности среды, то есть и меняется цвет самих соединений. Вот почему, цвет плодов меняется с зеленого на красный. Подробнее ниже.



Сок краснокочанной капусты в растворах с разной кислотностью среды.  
Слева направо: pH 1–2–3–4–5–6–7–8–9–10–11–12

# Антоцианы природные красители



Вверху общий вид молекул антоцианов. Это органические вещества, которые обладают уникальными свойствами. Чтобы вы понимали картинку, нужно знать следующее: перед вами скелетная структура. В каждой вершине угла находится атом углерода (или другой атом, но он уже указывается, видите кислород—O?) Красные цифры—это индекс каждого атома углерода. Вы заметили сопряженную систему? Чередуются двойные связи (3–4, \*5, 6–7 и т.п.) и одинарные (4–\*, 5–6 и т.п.).

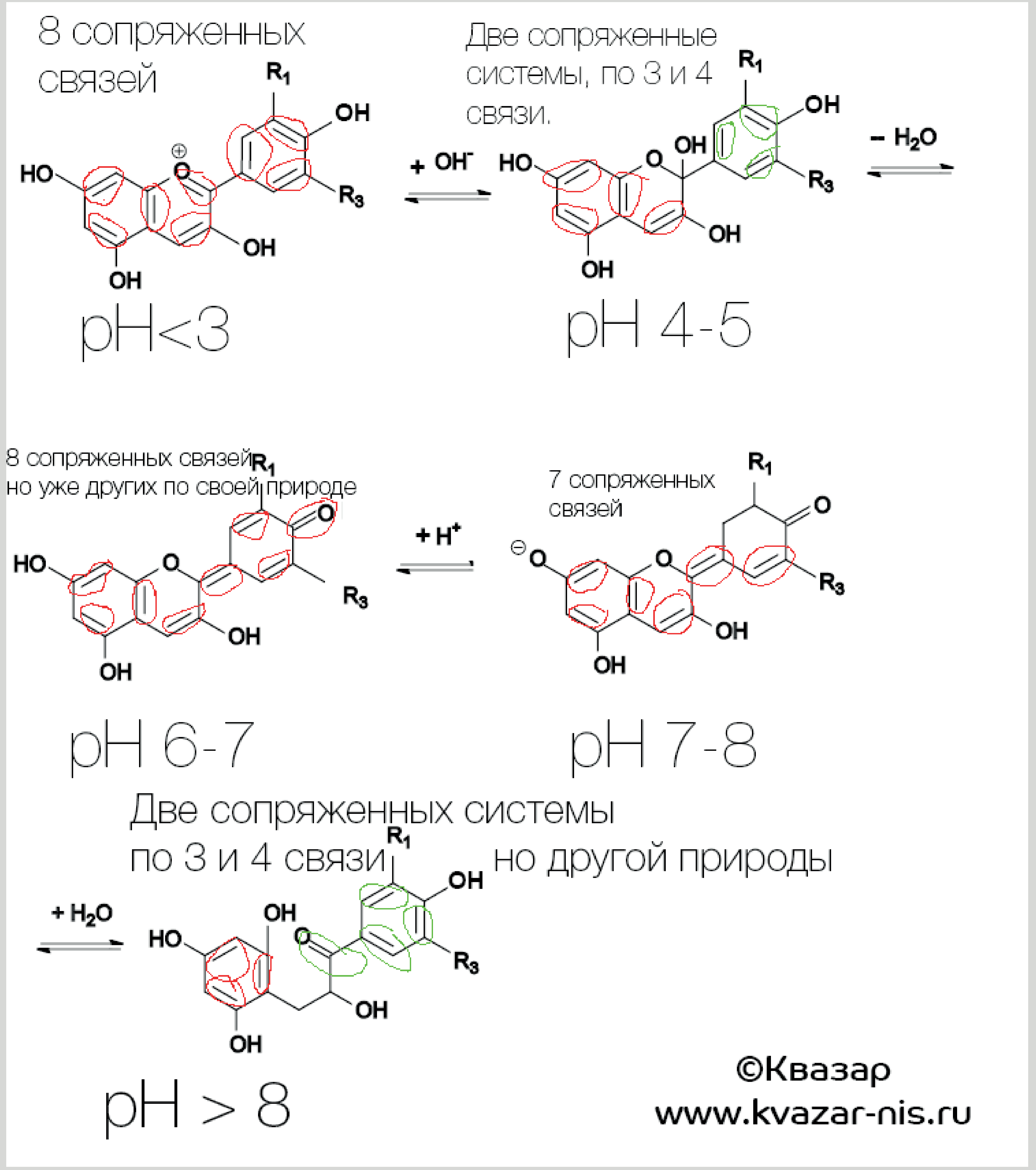
Чем же так удивительны антоцианы? Помните я говорил, что некоторые молекулы окрашиваются в разный цвет в зависимости от среды? Сейчас

я вас познакомлю с таким понятием, как кислотность среды. Чтобы не заморачиваться, не вдаваясь в дебри расчетов и прочего, скажу просто: это некая характеристика среды. То есть среда может быть кислая, нейтральная или щелочная. Вот пара примеров: раствор соды — слабощелочной, раствор уксусной кислоты — кислый, вода — нейтральная.

Для определения кислотности среды используют специальную мерку—pH. Это показатель, который принимает значения в интервале от 0 до 14 (0—кислая среда, 7—нейтральная, 14—щелочная).

Вы когда-нибудь задумывались, почему незрелое яблоко зеленое, а спелое красное? Антоцианы содержатся в большинстве окрашенных плодов. Я проводил опыты с соком краснокочанной капусты, и получил следующий результат: антоцианы в кислой среде окрашены в красный, в нейтральной в синий, в слабощелочной в зеленый, в щелочной в желтый.

Учитывая то, что в разных плодах находятся разные антоцианы (это целый класс молекул, посмотрите на картинку выше, вместо R1, R2 и т.д. могут находиться совершенно разные группы атомов), окраска может меняться, но общая тенденция сохраняется. Жидкость внутри кожуры незрелого яблока



©Квазар  
www.kvazar-nis.ru

слабощелочная, поэтому кожура зеленая. По мере созревания, среда приближается к слабокислой, и поэтому плод окрашен в красный цвет. Конечно, это сильно грубое приближение, нужно учитывать многие факторы, но в общем случае, цвет плода объясняется таким образом.

Зависимость структуры и цвета антоцианов от pH среды. На иллюстрации выше, прекрасно заметно, как антоцианы меняют окраску в зависимости от кислотности среды. Происходит череда реакций

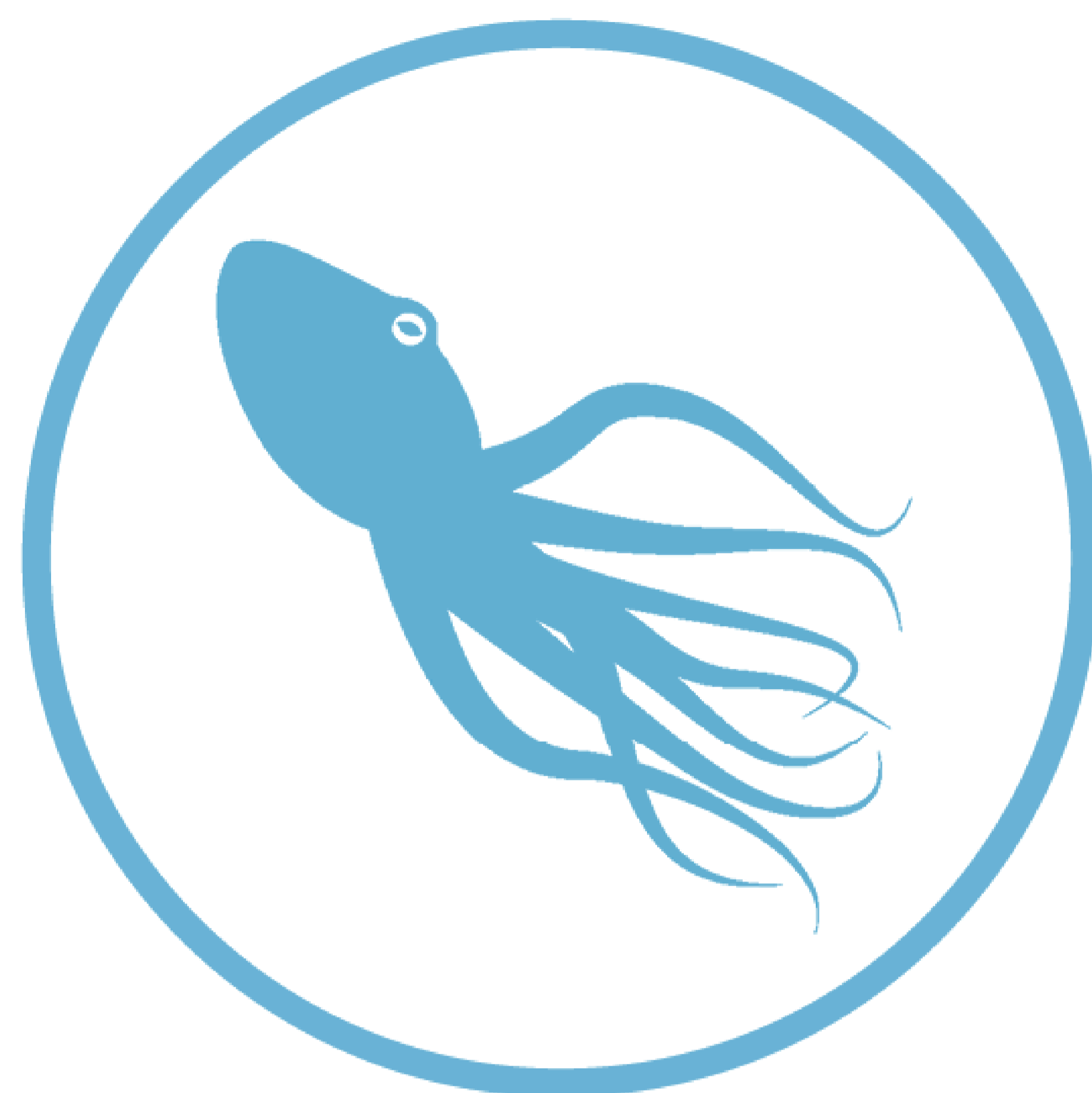
протонации, депротонации, гидратации, дегидратации (все процессы обусловлены изменением кислотности среды), и варьируется длина сопряженной сети. А как уже было сказано ранее—чем длиннее сопряженная система—тем дальше молекула выходит из ультрафиолетового спектра. Интересное наблюдение, ведь важно не только количество сопряженных связей, но и их природа! Ведь у первой и третьей формы по 8 связей, у второй и пятой две системы по 3 и 4, тем не менее цвета разные!

# Цвет крови



## Красная

Люди и большинство хищников



## Синяя

Пауки, ракообразные, кальмары  
некоторые молекулы, осьминоги



## Зеленая

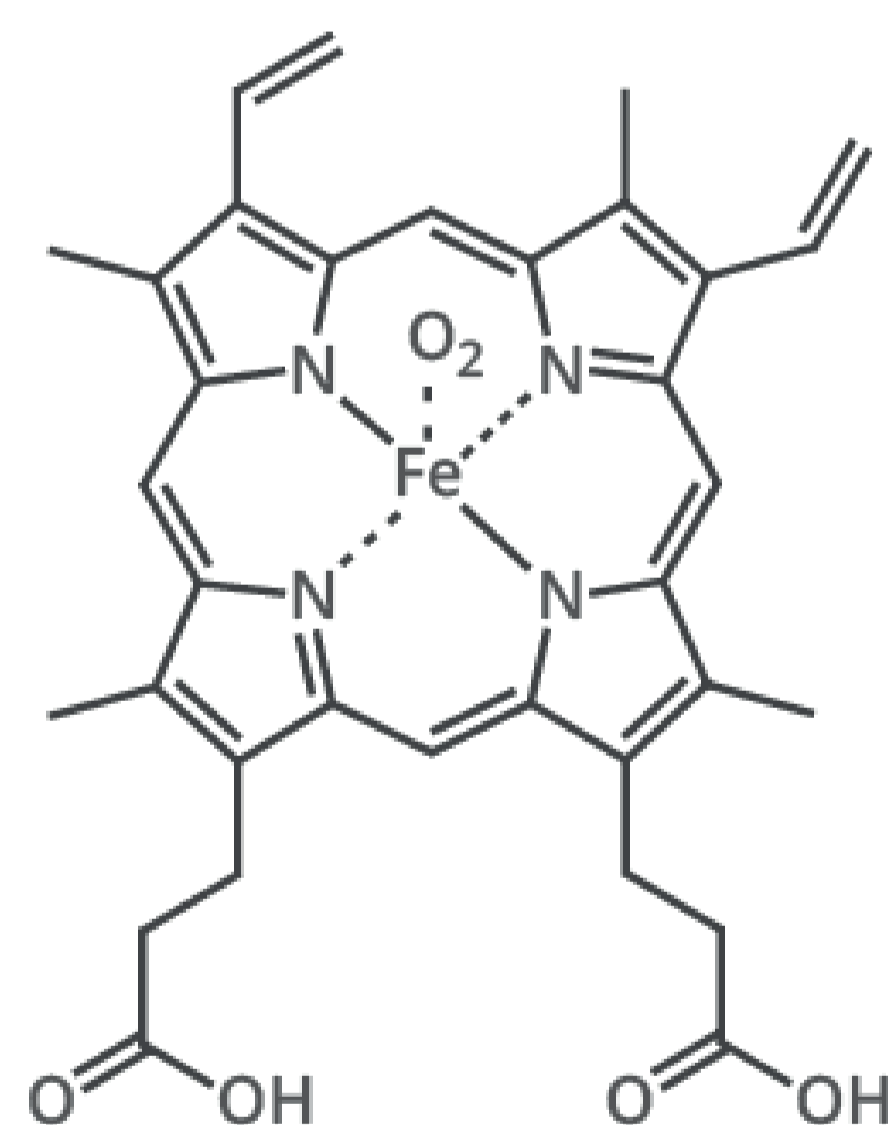
Сегментированные черви  
пиявки, морские черви



## Фиолетовая

Морские черви, сипункулиды  
приапулиды, брахиоподы

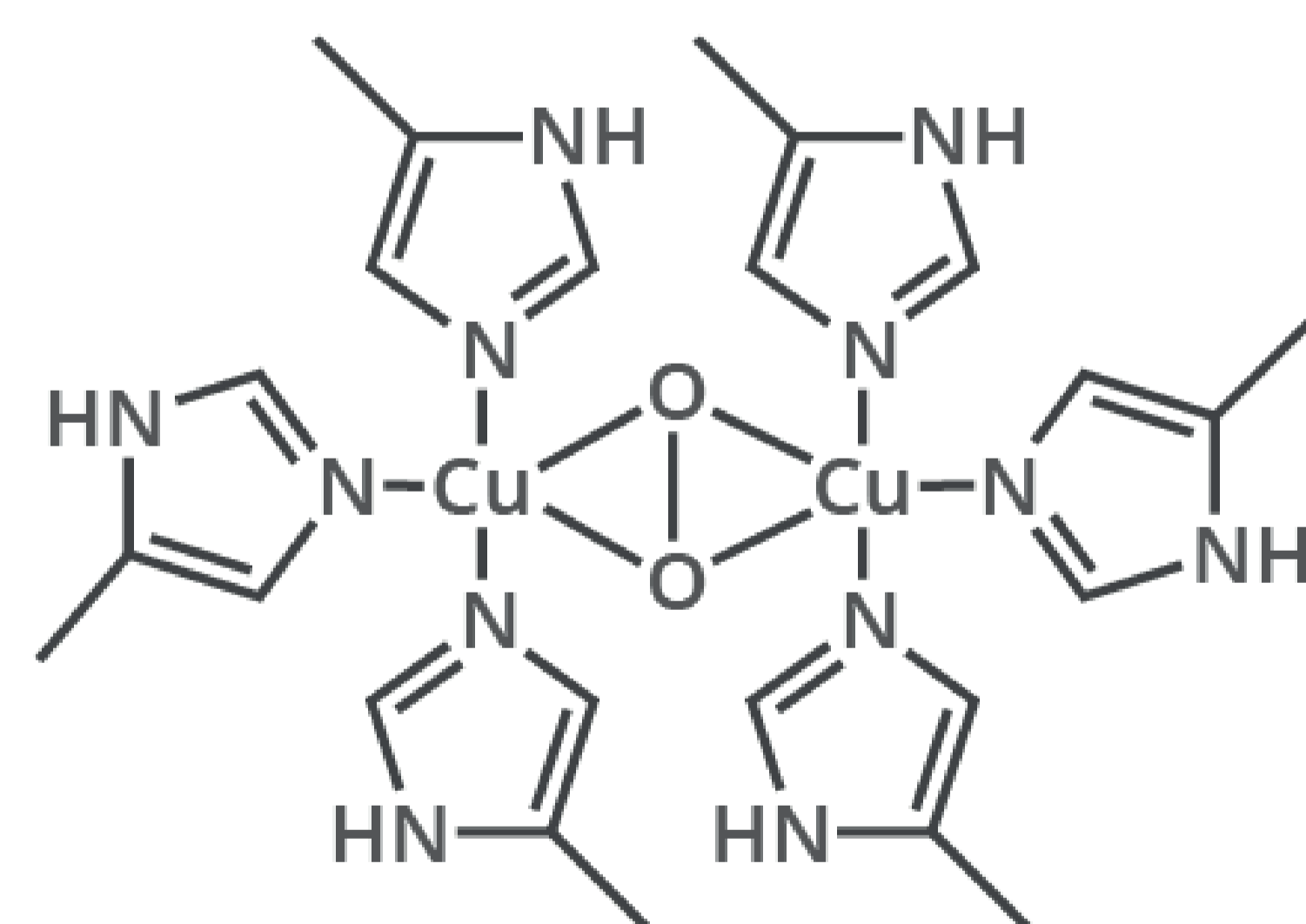
### Гемоглобин



Гем Б  
(окисленная форма)

Гемоглобин, это белок находящийся в крови, состоящий из субюнитов - гемов. Эти геммы содержат железо, и их структура придает красную окраску крови в окисленной форме (сопряженные системы заметили?). Кровь с малым содержанием кислорода темнокрасная (а не голубая)

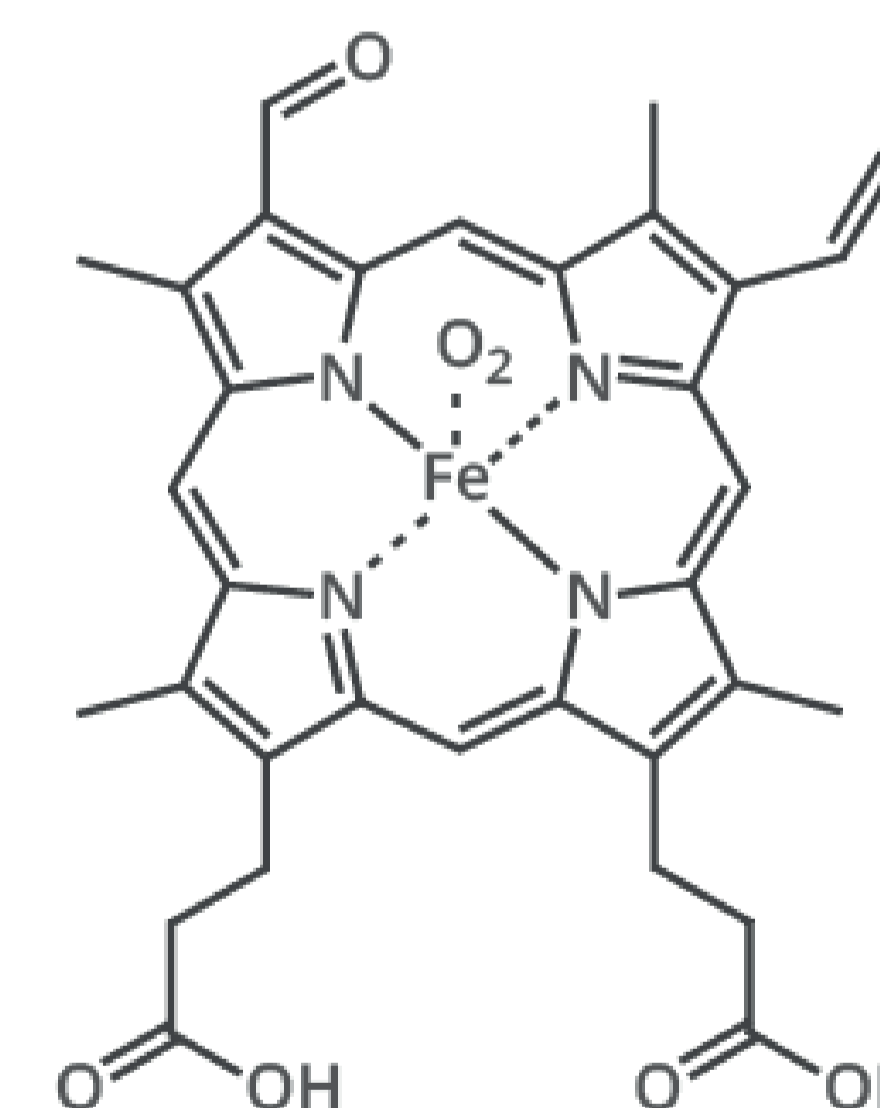
### Гемоцианин



Гемоцианин  
(окисленная форма)

В отличие от гемоглобина, который присоединяется к красным кровяным клеткам, гемоцианин свободно транспортируется в крови. Гемоцианин содержит медь вместо железа. Кровь обедненная кислородом бесцветна, а богатая - синего цвета.

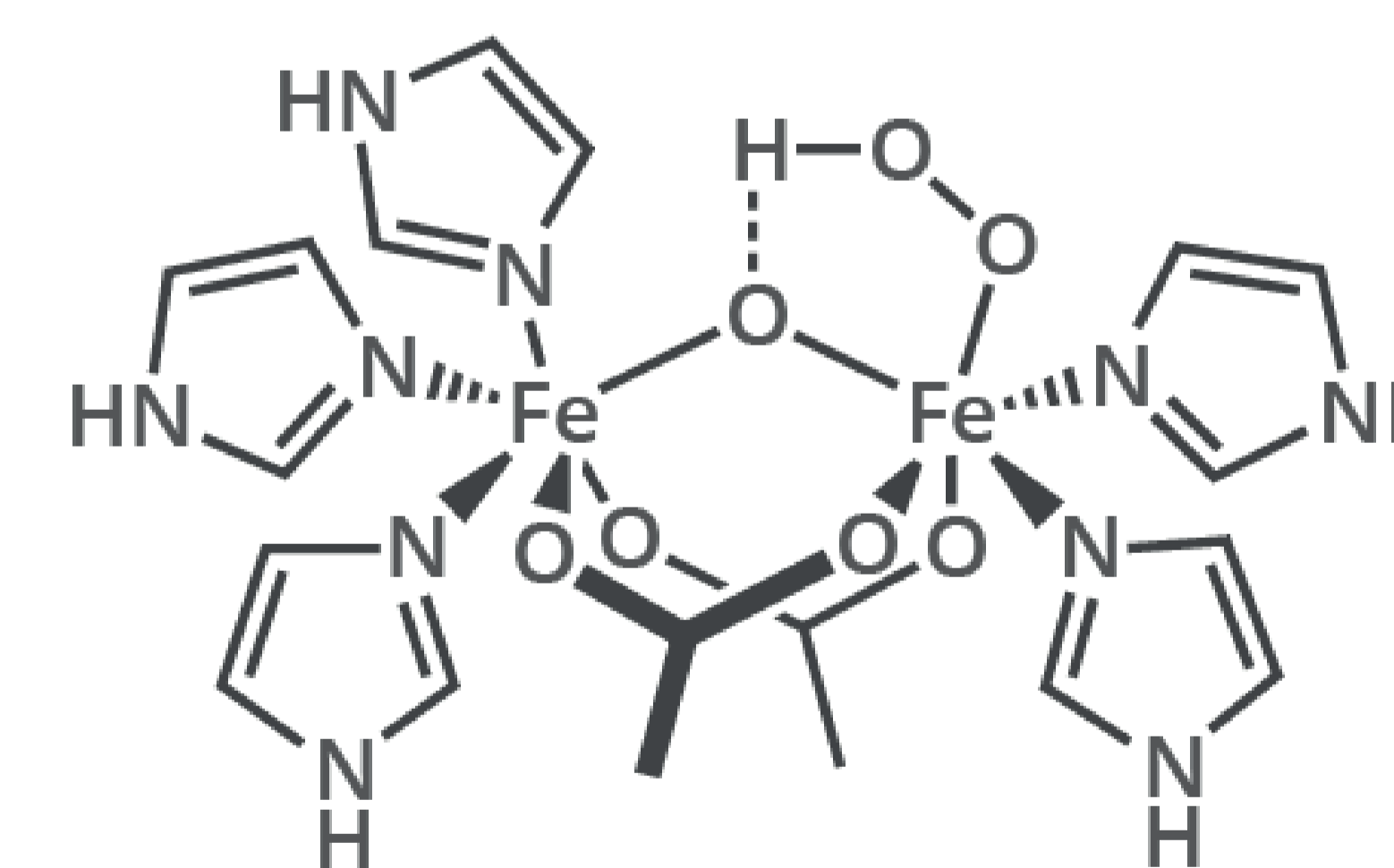
### Хлорокруорин



Хлорокруорин  
(окисленная форма)

Химически похожий на гемоглобин. Кровь некоторых видов содержит и гемоглобин, и хлорокруорин. Светлозеленый в крови с недостатком кислорода, в крови с достаточным содержанием кислорода - зеленая, в избытке кислорода - слегка красноватая.

### Гемэритрин



Гемэритрин  
(окисленная форма)

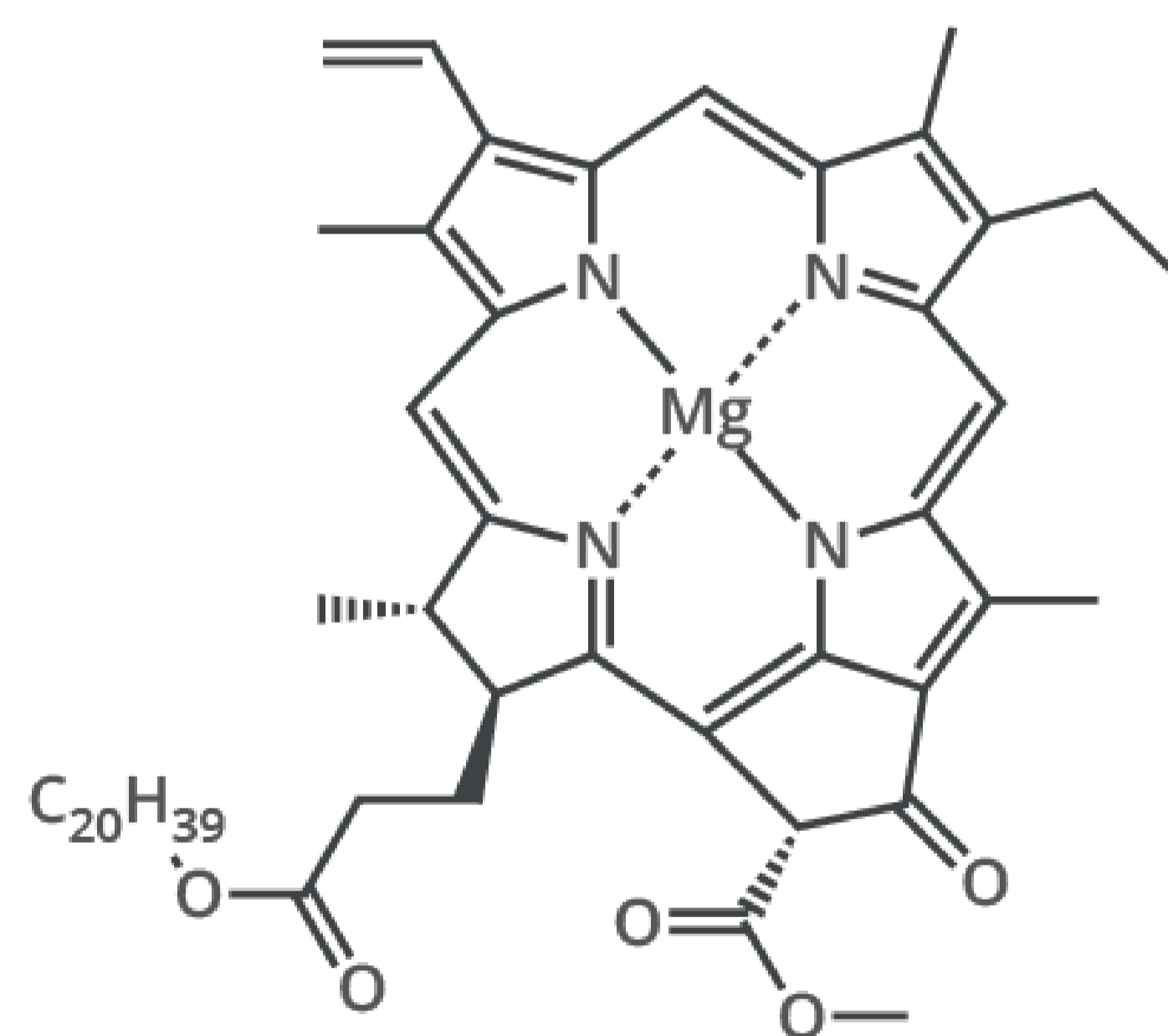
Гемэритрин примерно в 4 раза менее эффективен чем гемоглобин. В крови бедной кислородом гемэритрин бесцветный, и по мере насыщения кислородом становится фиолетовым.



# Цвет листьев



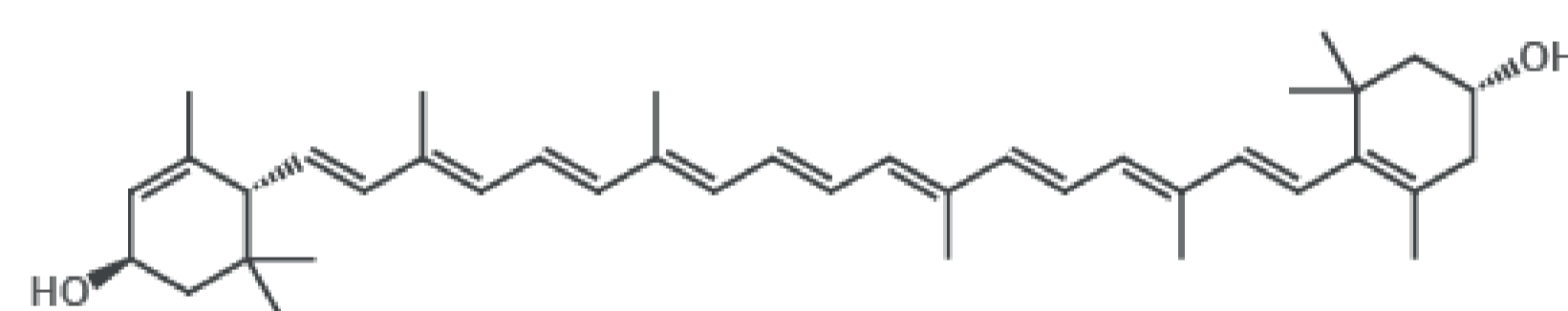
## Хлорофилл



### Хлорофилл А

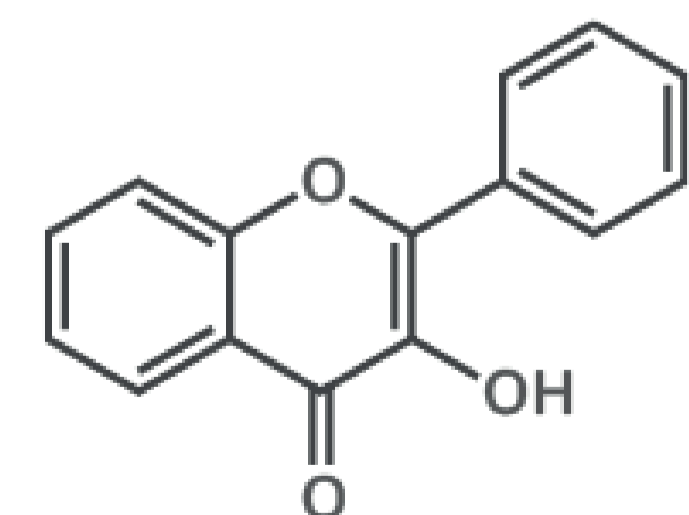
Хлорофилл - это молекула, которая придает зеленую окраску (заметили сопряженные системы?) листьям растений. Для синтеза хлорофилла, растениям нужна высокая температура и изобилие солнечного света. Осенью синтез хлорофилла уменьшается, а существующий хлорофилл постепенно разрушается, унося за собой зеленую окраску.

## Каротиноиды Флавоноиды

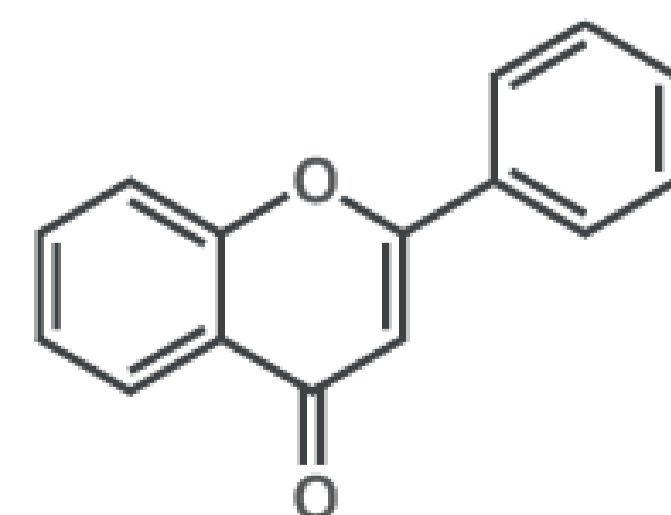


### Лютеин (каротиноид)

Каротиноиды и флавоноиды (нашли сопряженные системы?) - это пигменты, которые всегда присутствуют в листьях растений, но только по мере разрушения хлорофилла, их цвет начинает проявляться. Ксантофиллы - подкласс каротиноидов, отвечают за желтый цвет листьев. Один из основных ксантофиллов - лютеин, так же отвечает за желтый цвет желтка яйца.

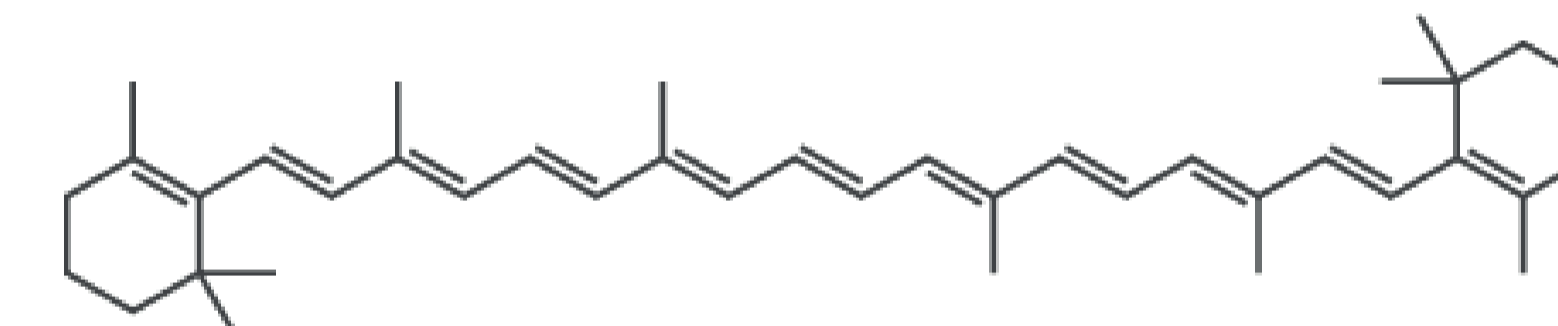


### Флавонол



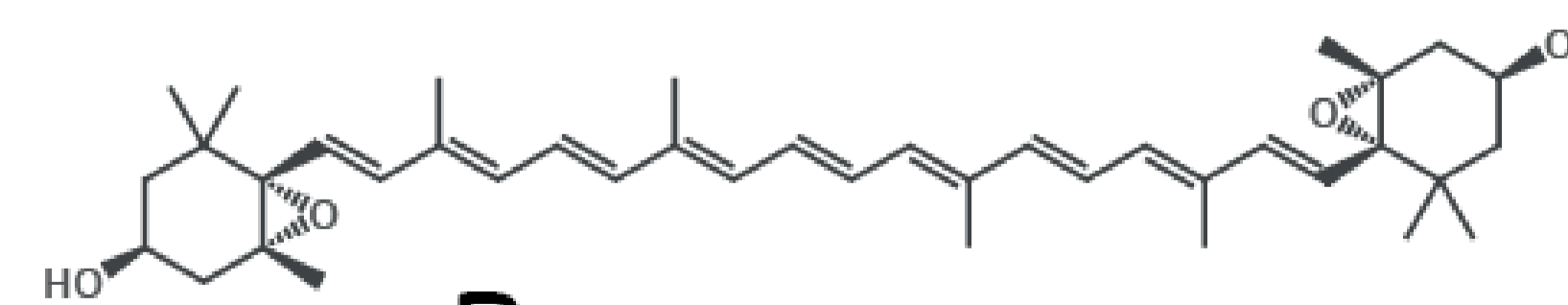
### Флавонол

## Каротиноиды



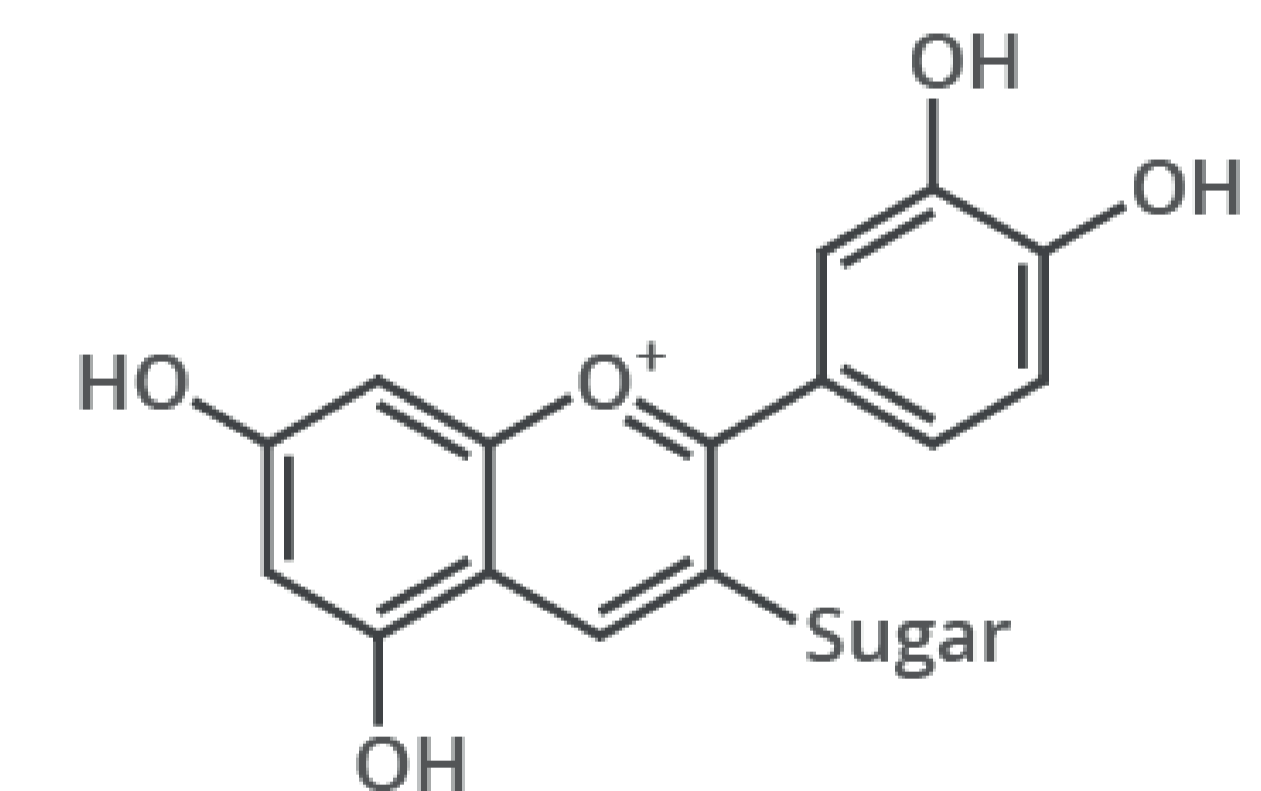
### бета-Каротин (каротиноид)

Каротиноиды могут отвечать и за оранжевую окраску листьев. Бета-каротин (наш старый друг :) один из самых распространенных каротиноидов в растениях. В листьях разрушение каротиноидов начинается одновременно с разрушением хлорофилла, но этот процесс протекает гораздо медленней, бета-каротин - наверное, самая стабильная молекула, которую можно найти в листьях. Маленькие количества можно встретить даже в опавших листьях.



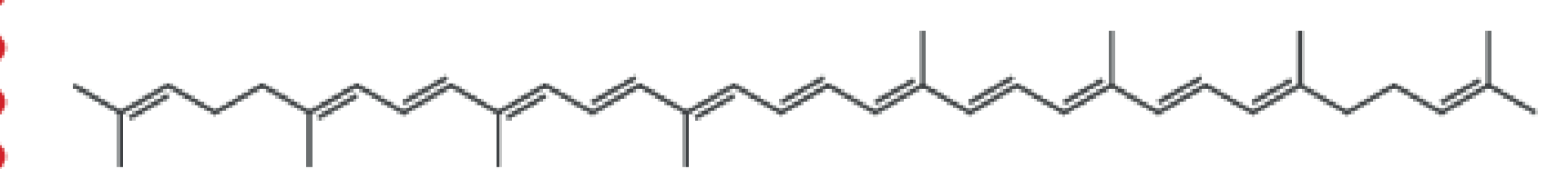
### Виолаксантин (каротиноид)

## Каротиноиды Антоцианы



### Антоцианы

В отличие от каротиноидов, синтез антоцианов начинается в начале осени. Солнечная энергия инициирует синтез антоцианов, когда концентрация сахара в листьях начинает превышать определенную отметку. Пока не ясно, какую функцию они выполняют, но есть теории, что они защищают от избытка солнечных лучей, продлевая срок жизни листа до его падения.



### Ликопин (каротиноид)



## Тайны Зрения

Наши глаза отвечают за восприятие визуальной информации. Основным источником получения информации об окружающем нас мире являются глаза. Для многих людей механизм зрения кажется загадочным, и оттого часто возникают такие вопросы как:

- ◆ Как мы различаем цвета?
- ◆ Каков механизм зрения?
- ◆ Почему некоторые люди не различают цвета?

На эти и многие другие вопросы вы найдете ответ после прочтения данной статьи.



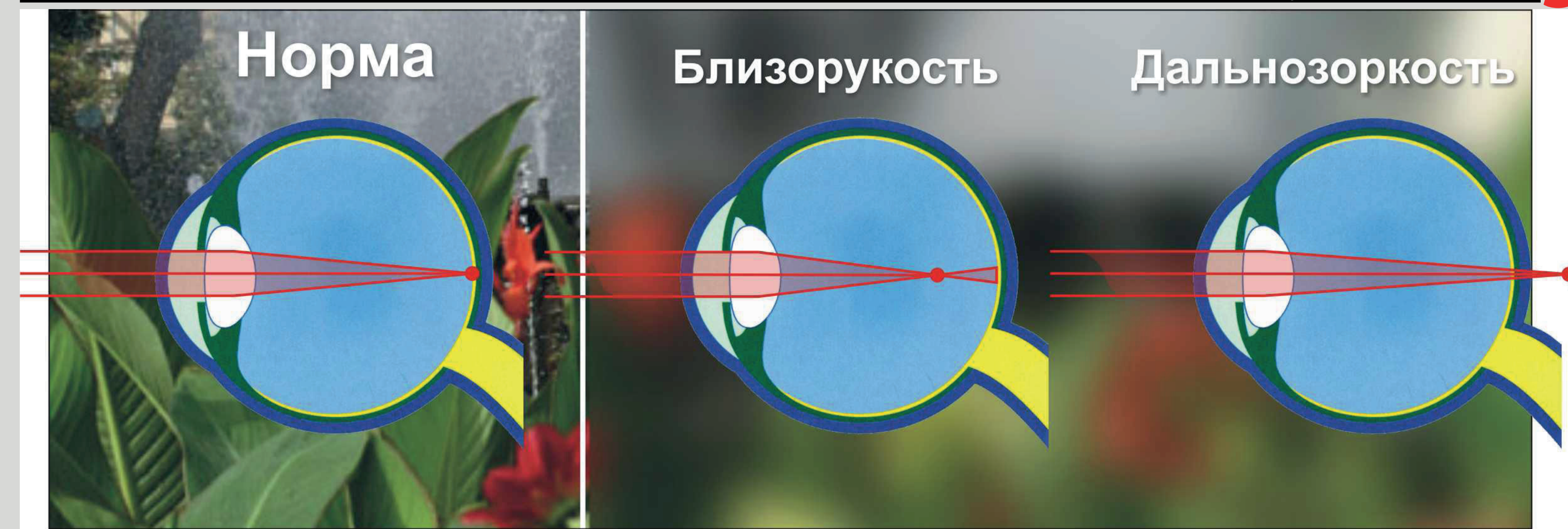
Глаза начинают свое развитие еще в утробе, обычно на третьей неделе развития. С развитием младенца, развиваются и его глаза. И к 5 неделе у малыша формируются глаза со сложным строением.

Для того чтобы понять механизм зрения, рассмотрим



некоторые особенности строения глаза. Опираясь на рисунок выше, приступим к объяснению механизма зрения у человека. Для начала свет проходит через роговицу (куполообразную поверхность), которая покрывает переднюю часть глаза. Роговица преломляет падающий свет. Преломление света является одним из важных оптических явлений, происходящих в глазу. У некоторых людей зрение нарушено из-за избыточной или недостаточной преломляющей силы глаза.

При недостаточной преломляющей силе глаза лучи света фокусируются перед сетчаткой. При этом ухудшается зрение вдаль. Это заболевание носит название близорукость. Обратный процесс происходит при дальнозоркости. Из-за избыточной силы глаза лучи света фокусируются за сетчаткой. При этом ухудшается зрение на близком расстоянии. Оба состояния могут быть вызваны как изменени-



ем размера глазного яблока, так и нарушением регуляции кривизны хрусталика.

Дальше свет направляется к радужке. Функцией радужной оболочки является регулирование размера зрачка и количества падающего света на глаз. Чем шире открыт зрачок, тем больше света попадает в глаз.

За зрачком находится хрусталик (прозрачная оболочка овальной формы), которая способствует фокусированию света на сетчатке. Сетчатка представляет собой тонкую, светочувствительную ткань, которая содержит фоторецепторы, преобразующие свет в электрические сигналы. Есть два вида фоторецепторов: колбочки и палочки. В сетчатке находятся и нервные клетки. Нейроны в сетчатке

образуют многослойную сеть, пройдя по которой информация собирается в зрительном нерве, и направляется в головной мозг.

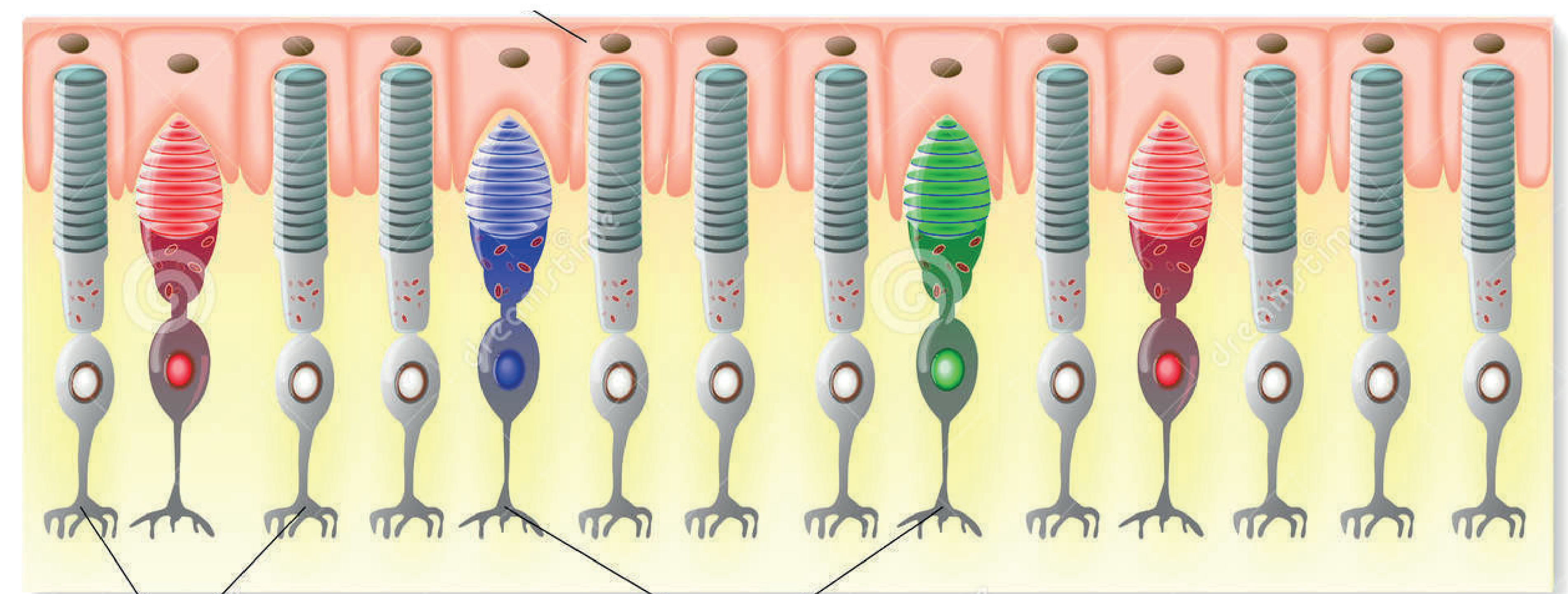
Лучи света проходят через три слоя разных клеток, и лишь потом достигают палочек и колбочек.

В сетчатке глаза содержится около 120 млн палочек и лишь 6 млн колбочек. Главным различием между палочками и колбочками является то, что колбочки различают цвета, а палочки — нет.

В случае палочек, одна нервная клетка обслуживает сразу несколько палочек. В случае же колбочек, одна нервная клетка обслуживает только одну колбочку. Последнее обеспечивает максимальную остроту зрения, так как каждая часть информации

## Периферия сетчатки\*

\*поскольку больше палочек, чем колбочек



Палочки

Колбочки



Как видят светофор: с нормальным зрением (слева) и с дальтонизмом (справа)

воспринимается одной особой клеткой, поэтому информация не сливается с другими сигналами (не происходит конвергенции).

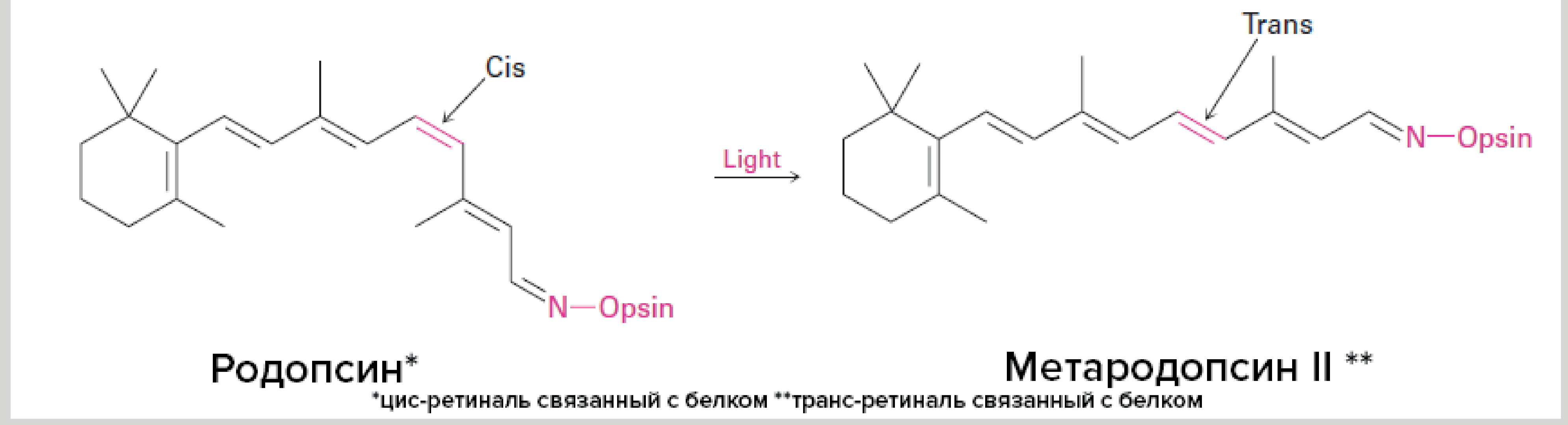
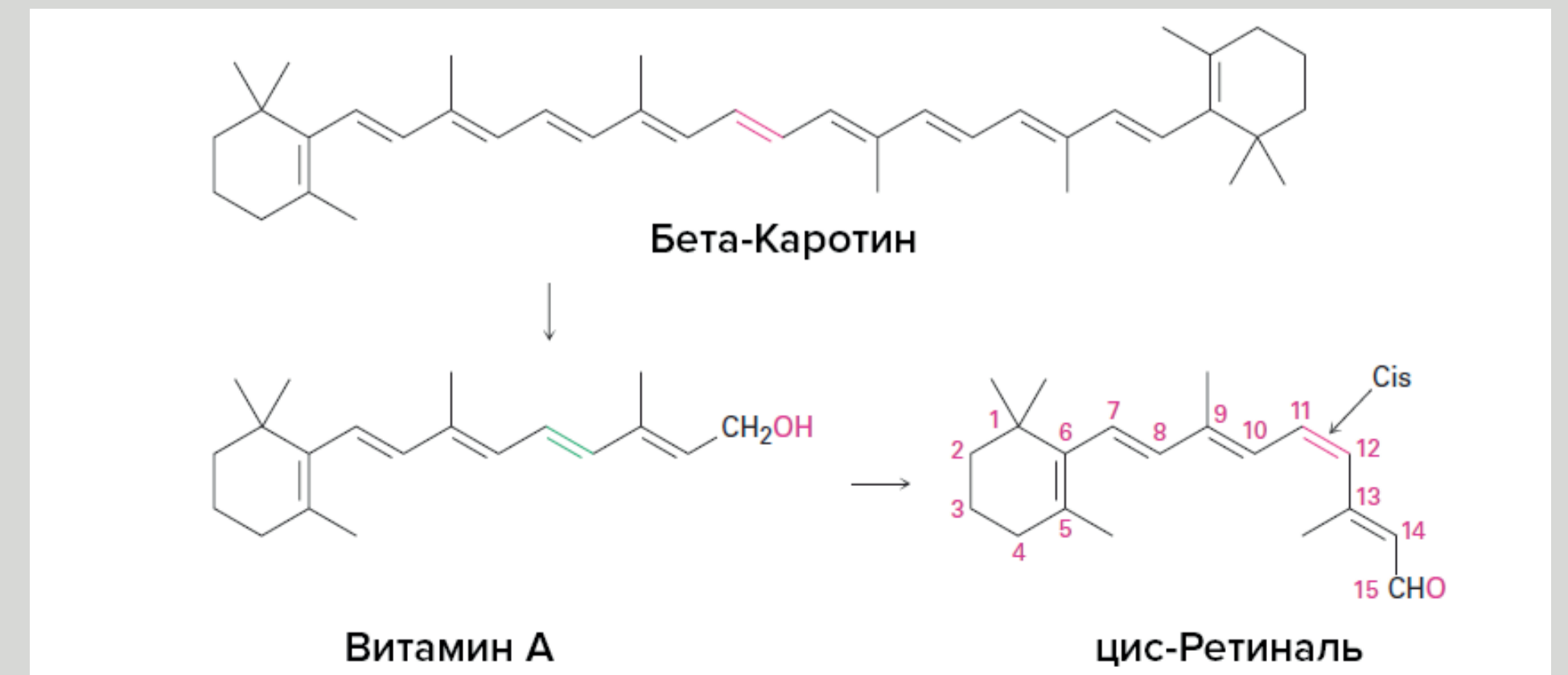
Острота зрения означает степень различения мелких деталей объектов. Допустим, что на расстоянии 2 м от вас нарисованы две точки, если две точки сливаются в одну, то у вас слабая острота зрения, а если же вы видите две четкие точки, то у вас хорошая острота зрения. Около 90% колбочек располагаются в центральной ямке, а палочки расположены по периферии. Посмотрите, что получается. Предметы, находящиеся в боковых полях зрения, мы видим черно-белыми и размытыми (мы видим палочками). То, что находится в центральном зрении, мы видим ярко, четко (мы видим колбочками).

Колбочки содержат три зрительных пигмента, чувствительных к определенным длинам волн: красному, синему, зеленому. Путем этих трех основных цветов, можно увидеть любой другой цвет. В колбочках у людей с нормальным цветным зрением имеются все три пигмента. Их называют трихроматами. Отсутствие у людей одного из трех зрительных пигментов, ведет к цветовой слепоте. Ярким примером такого дефекта является дальтонизм. Дальтонизм выражается в неспособности

различать один или несколько цветов, чаще всего зеленый и красный. Это заболевание передается по наследству, по женской линии как рецессивный признак. Как правило, проявляется это заболевание чаще всего у мужчин.

Помните сопряженные системы, про которые рассказывали в Химии? Так вот, сопряжение отвечает не только за окраску веществ, но и является существенной для механизма зрения. Основное вещество — старый добрый бета-Каротин, который трансформируется в витамин А при помощи ферментов (молекулы ускоряющие ход химических реакций в живых организмах) в печени. Витамин А претерпевает окисление и изменение геометрии одной из двойных связей. Образуется цис-ретиноаль.

Давайте сделаем небольшой экскурс обратно в хи-



мию. Помните те самые особые пи связи? Так вот, они настолько прочные, что они не могут вращаться вдоль своей оси. Взгляните на картинку. Так как связь не вращается, соединение слева и справа — совсем разные вещи. Вернемся к цис-ретинолю, цис — значит линии (хим. связи) исходящие от двойной связи направлены в одну и ту же сторону.

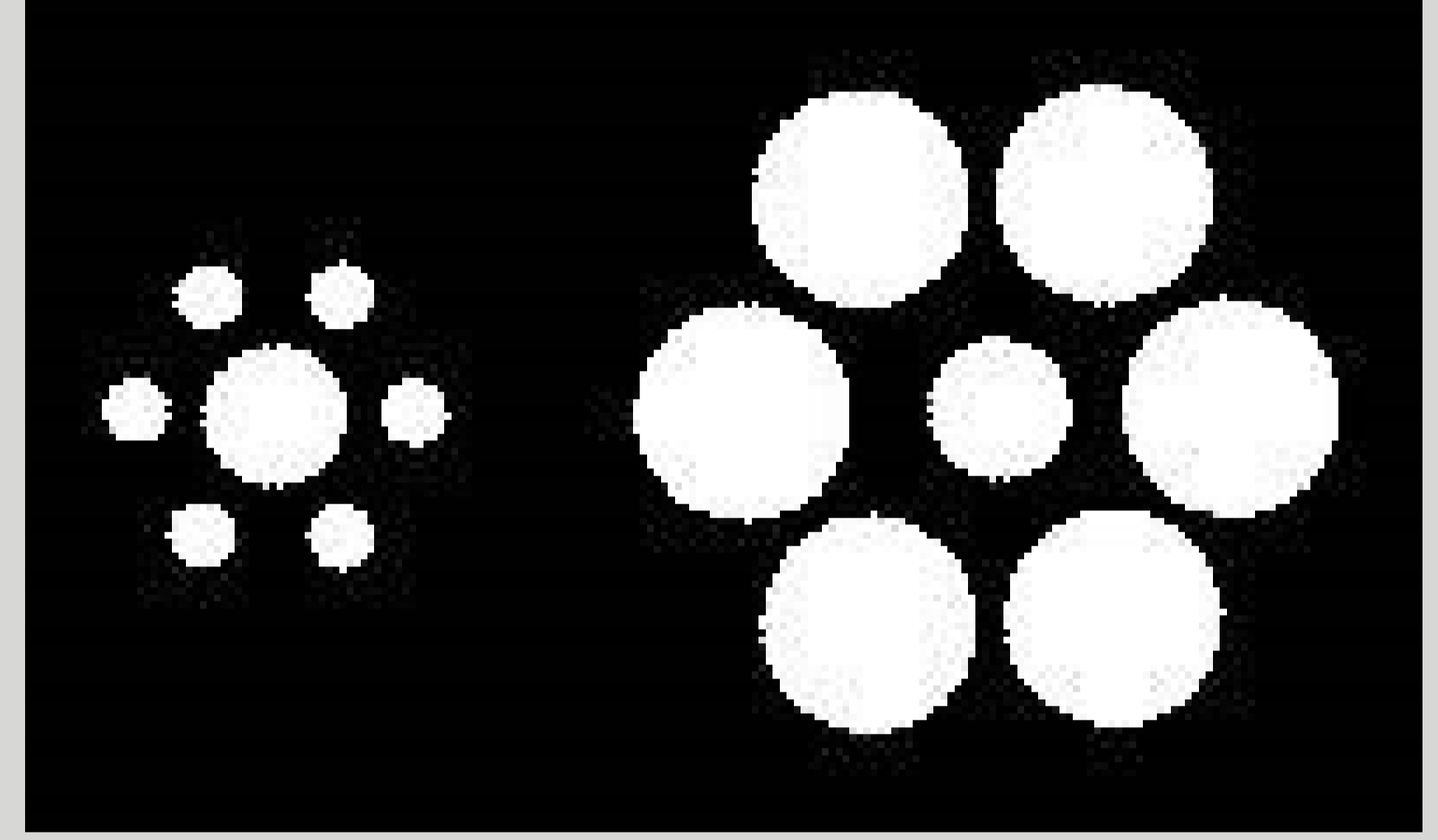
В палочках, этот самый цис-ретиноаль соединяется с белком (очень огромная молекула), получается очень чувствительная к свету молекула. При действии электромагнитного излучения, а именно волн видимого диапазона может происходить изомеризация (то есть превращение цис-транс) двойной связи. Просто посмотрите на картинку, обратите внимание как сильно меняется форма молекулы! То она была изогнутой, то она прямая, разница огромная. Это изменение генерирует нервный импульс, который посылается в головной мозг и воспринимается им как зрение.

Есть один сносящий голову факт — процесс изменения геометрии молекулы в отсутствии света длился бы 1100 лет. В присутствии света он длится 200 фемтосекунд ( $2 \cdot 10^{-13}$ ) или 0,0000000000002 секунды). Вот такие дела.

Мы разобрали все процессы, происходящие на сетчатке глаза. Теперь электрические сигналы от сетчатки по волокнам зрительного нерва направляются в кору больших полушарий, а именно в зону зрительной коры. Проводящие пути зрительной системы устроены таким образом, что в левое полушарие головного мозга попадает информация с правого поля зрения, а в правое полушарие попадает информация с левого поля зрения. В зоне зрительной коры информация, поступившая от палочек и колбочек, обрабатывается и воспроизводится в то, что мы «видим».

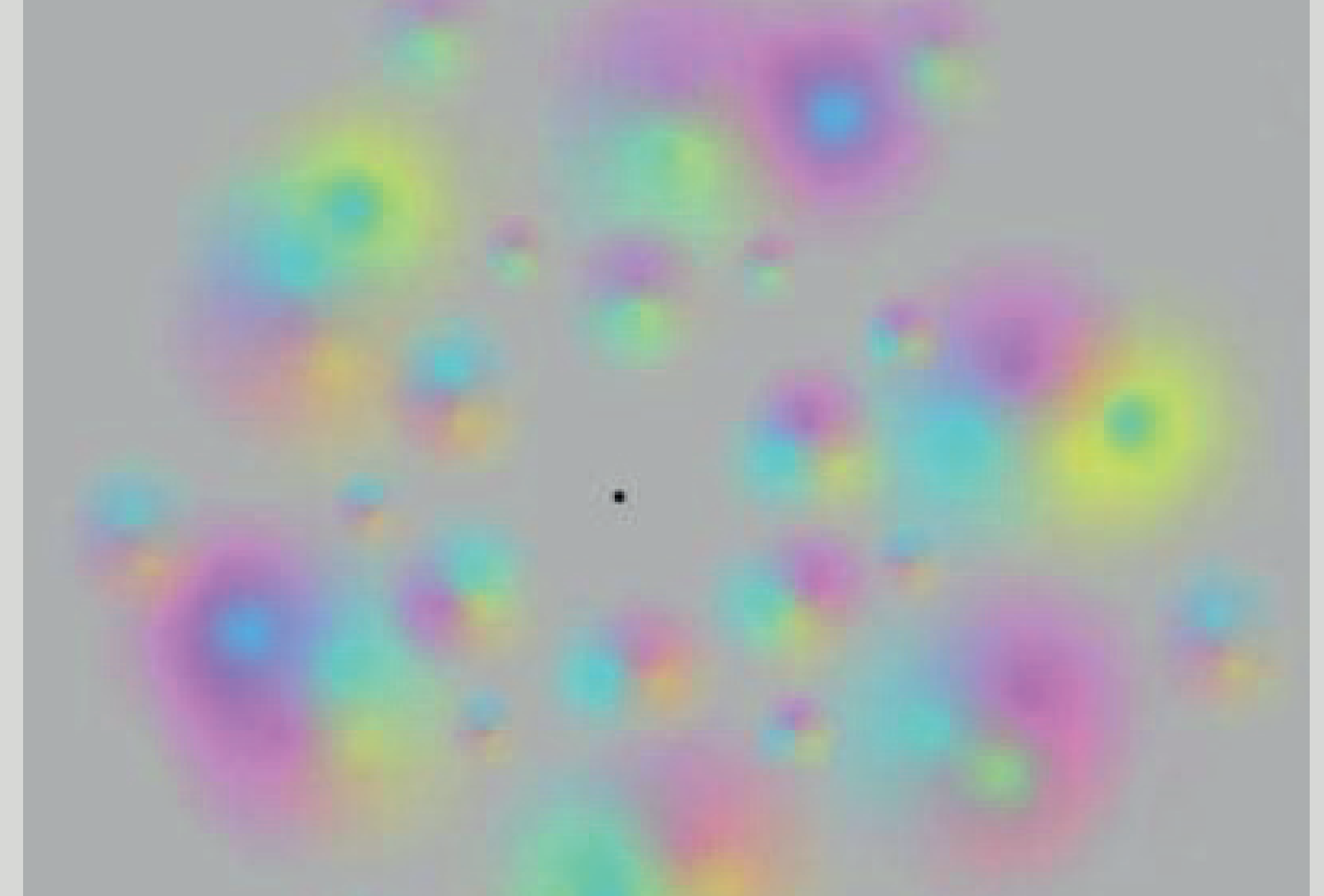
Напоследок пара «плюшек». Нередко мы сталкиваемся с неожиданными эффектами зрительного восприятия, их называют зрительными иллюзиями. Причины таких восприятий состоят в особенностях физиологии нашего зрения, а также в психологии восприятия. Приведем два примера.

**Одинаковы ли круги в центре между собой?**



**Ответ:** да, одинаковые.  
**Пояснение:** эта иллюзия показывает то, как может влиять на наше восприятие объектов, то окружение, в котором они находятся.

Глядя на следующее изображение, смотрите на черную точку. Через некоторое время цветные пятна должны уйти.



**Пояснение:** эта иллюзия возникает из-за деятельности фоторецепторов. Когда мы смотрим долгое время на черную точку, включаются в работу палочки, не воспринимающие все цвета, кроме черного.

Дорогие читатели, надеюсь, что данная статья помогла вам понять некоторые механизмы и процессы, которые раньше вам казались таинственными. Если вам понравилась эта статья, ждите следующий выпуск нашего научно-познавательного журнала.



## Вымирающее чудо...

Панды очень древние и редкие животные. В первые, о Больших пандах стало известно 3 тысячи лет назад. Они обитали почти на всей территории Южного и Восточного Китая, Северной Мьянмы и Северного Вьетнама.

Изначально человек даже подобрать название этому животному не мог. Панду называли и медведем, и тигром и даже лисой. Это медведеобразное животное долгое время считали «гигантским енотом» из-за общих анатомических черт с малой пандой (считавшейся енотом безоговорочно).

Молекулярно-биологическое и кардиологическое исследования Большой панды, проведенные группой американских исследователей, позволили сделать вывод, что в процессе эволюции ветвь Большой панды отделилась от линии развития медведей около 25–18 млн лет назад — в первой половине миоцена.

Некоторые своеобразные общие признаки у большой и малой панд, по-видимому, объясняются не их общим происхождением, а параллельным сохранением предковых признаков в одинаковых природных условиях Юго-восточной Азии.

Есть гипотезы, что Гигантская панда — это живое

ископаемое, родственник вымерших родичей медведей — агриотериев.

Большая панда внешне похожа на медведей. Непосредственно ее зовут Бамбуковым медведем, это напрямую связано с основой рациона Большой панды. Тело панды длиной до 1.2–1.8 м., массой 17–160 кг. Покрыто густым мехом. Короткие и толстые ноги с широкими лапами, вооруженными сильными когтями. На подошвах и в основании каждого пальца хорошо развиты голые подушечки, облегчающие удержание гладких стеблей бамбука. Голова у большой панды массивная, тупомордая с большими стоячими ушами.

«Хватательное» строение лапы позволяет даже взрослым большим пандам взбираться высоко на деревья. Свои верхолазные способности они используют для самых разных целей — ориентирования на местности, дегустации молодых побегов или забавы ради. Панды даже могут подолгу отдыхать, лежа на ветках. Большие Панды отличаются от медведей довольно длинный хвост, который достигает 12 см. в длину.

Живут Большие панды в густых бамбуковых зарослях на высоте от 3 500 до 4 500 метров над уровнем моря. Распространены Большие панды в Китае

(провинции Сычуань, Шэньси, Ганьсу) и в восточных склонах Тибетского нагорья. До того, как человек стал истреблять Больших панд (довольно таки веская причина, чтобы ненавидеть людей), эти миролюбивые животные обитала так же в Индокитае и на острове Калимантан, в горных бамбуковых лесах.

Густые заросли бамбука, достигающего в высоту 3–4 метров, обеспечивают Большую панду укрытиями и запасами пищи. Большая панда — вегетарианец и питается сочными молодыми побегами и старыми стеблями, которые она перетирает челюстями.

Пищевод и желудок Большой панды выстлан слоями упругой слизистой ткани для защиты от бамбуковых щепков. Стебли Большая панда удерживает в лапе при помощи «когтя» — «шестого пальца», противопоставленного остальным. Знаменитый «шестой палец» большой панды на самом деле вовсе не палец, а вырост одной из костей запястья. Благодаря ему панда может «брать в руку» бамбуковые стебли и другие предметы, хвататься за ветки во время лазанья и выполнять ряд действий, недоступных другим медведям.

Большие панды впервые упоминаются в «Описании гор и рек», самом древнем из известных китайских текстов о географии, написанном 2700 лет назад. Панда здесь описывается как «похожее на медведя черно-белое животное, которое питается медью и железом и живет в горах страны Яндао».

Любовь к меди и железу приписывалась панде потому, что панды иногда приходили в деревни и облизывали посуду. Во время войн из железа делали оружие, а из меди — статуи Будды. Поэтому говорили, что во время войны пандам голодно, а хорошо только в мирное время.

Книги написанные 1700 лет назад называют панду символом мира, потому что она не ест живых существ. С тех пор в Китае панда является символом мира и дружбы. После второй мировой войны районы обитания этих редчайших зверей были объявлены заповедными. Несколько исследовательских групп начали тщательно изучать панд, чтобы узнать, можно ли содержать и размножать бамбуковых медведей в неволе.

99% рациона Больших панд составляет бамбук. Большие панды любят лакомиться листьями и молодыми побегами бамбука. Средняя взрослая панда ест 14 часов в сутки. За день панда может съесть 10–20 килограмм бамбука. Панды поедают и некоторые другие растения, цветы, кору деревьев, древесные грибы, насекомых. Есть сведения, что

иногда они лакомятся рыбой, мелкими грызунами и другими животными, если им удастся их поймать.

В Китае встречается около 300 видов бамбука. Но панда соглашается есть из них только 10–15. Все представители одного вида бамбука цветут и погибают одновременно, как единое растение. После этого новые пригодные в пищу растения этого вида появляются не раньше, чем через 5–10 лет. Поэтому Большой панде, чтобы не умереть с голоду необходимо как минимум два разных вида бамбука растущих поблизости.

На земле существует несколько видов животных, которые так сильно зависят от бамбука: Большая и Малые панды, некоторые виду Лемуров (Золотой Лемур, Бамбуковый Лемур) и Бамбуковая крыса, живущая на Мадагаскаре.

Очень много бамбуковых лесов губит человек. Человек — это основная причина гибели и сокращения популяции Больших панд, да и других редких видов животных. Люди живут одним днем и стараются извлечь максимум выгоды из окружающей среды.

Большие панды миролюбивые животные, которые обитали в горах и не нападали, и не разоряли человеческие жилища. Но человек, как всегда, погнался за выгодой и ради наживы, ради ценной шкуры стал истреблять Больших панд. Также, из-за продвижения и развития сельского хозяйства люди не задумываясь, разрушили среду обитания животных, вырубив бамбуковые леса, лишив тем самым не только Больших панд, но и других животных будущего.

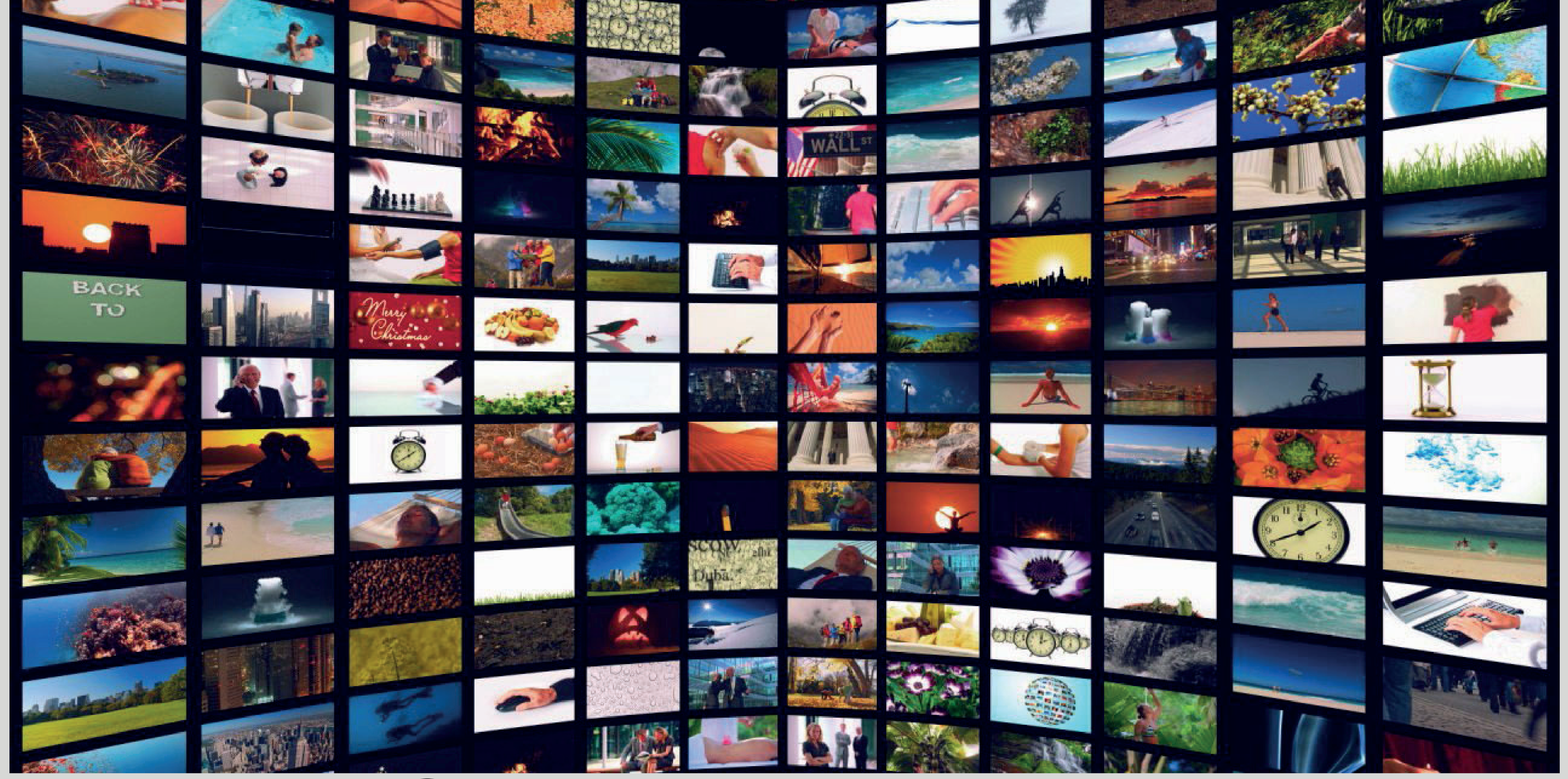
В настоящее время Китай серьезно задумался над проблемой исчезновения Больших панд. В КНР введена смертная казнь за причинение вреда Большим пандам и за истребление этих животных (достойно похвал). Все особи панд, а также потомство, которое они дадут в будущем, принадлежит только Китаю.

Для того чтобы развивать программы по сохранению этого редкого вида животных, Китай сдает в аренду зоопаркам других стран Больших панд. Средняя стоимость аренды на год составляет 1 млн долларов США.

Только возникает вопрос, когда человек начнет думать перед тем, как истреблять животных, чтобы потом не приходилось с таким трудом и денежными затратами восстанавливать нарушенное им же самим равновесие.



Примерно так панды проводят большую часть жизни, особенно если они находятся в зоопарке. Кто не мечтал о такой жизни?



# Экскурсия внутрь цифровых технологий

Человек способен воспринимать целую кучу действий вокруг, и в связи с научно-технологическим прогрессом в мире появились такие устройства, как видео и аудио записывающие и отображающие устройства. Они сильно облегчили жизнь человека, ведь теперь с помощью органов чувств человек может воспринять практически любую информацию которую способен обработать мозг, что способствовало глобализации ТВ в мире. Есть множество телеканалов, которые вещают по всему миру и на 50 разных языках.



Многочисленные телевизионные каналы, это сложная цепь ретрансляторов на земле, или же в последние годы изображение и звук ретранслируется с помощью спутника. Спутниковое ТВ представляет собой транслятор, который излучает электромагнитные волны, которые в свою очередь обрабатывает антенна-приемник (спутниковая тарелка). Это дает вам возможность смотреть бесплатные каналы.

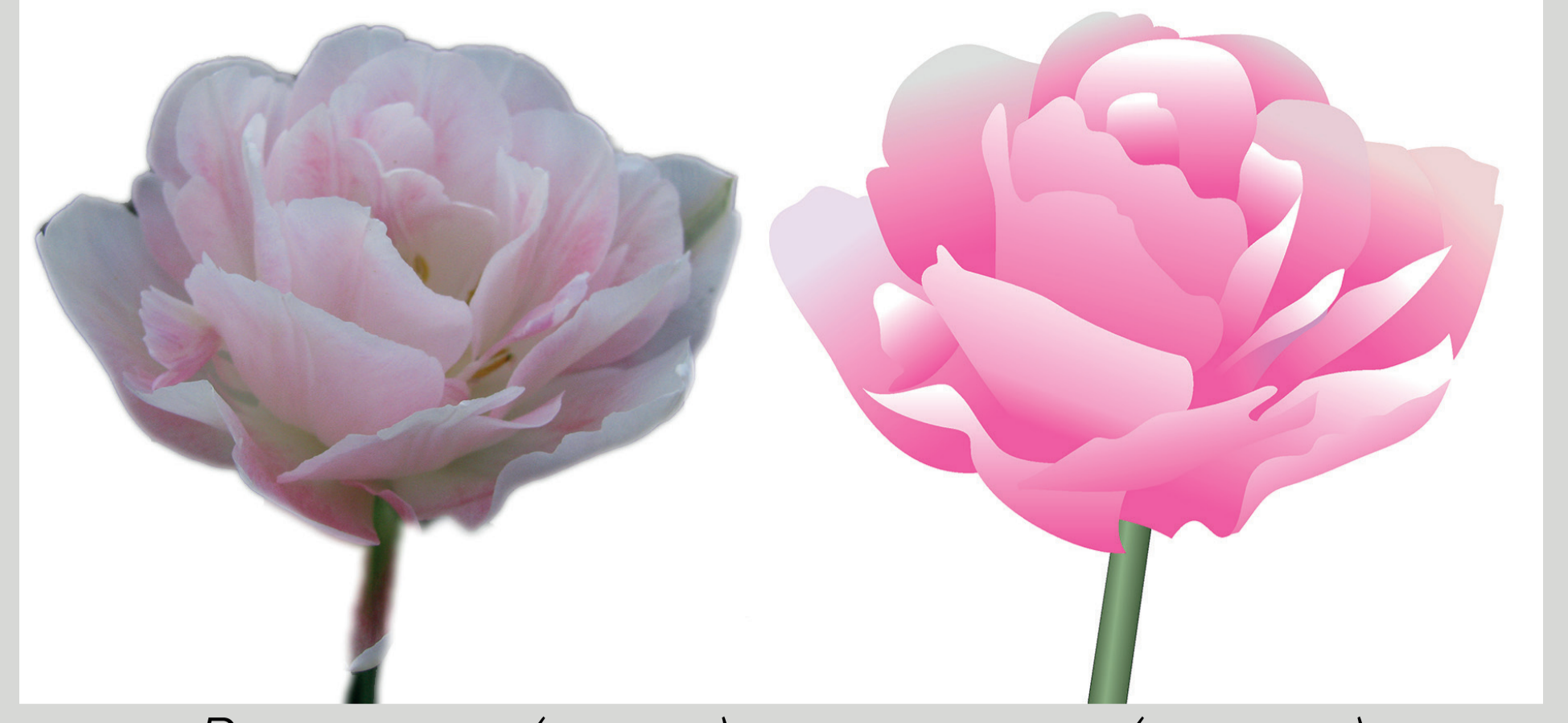
Кабельное ТВ — огромная сеть телевизоров, соединенных посредством кабеля с центральной головной станцией, которая принимает сигнал со спутника.

Цифровое ТВ — технология передачи изображения и звука с помощью кодирования видеосигнала в цифровом формате. Телевидение на данный момент очень развито, однако оно скорее всего, в скором времени перейдет в другой формат (прим. ред. — сугубо личное мнение автора). Поэтому я не стану рассказывать об устройстве общих серверов и т.д. Расскажу непосредственно об устройствах отображения и записи.



Каждый квадратик на рисунке — один пиксель

Пиксель — является элементарной (т.е. неделимой) частью растрового изображения, также пиксель является физической элементарной частью всех цифровых дисплеев в мире. Фотоизображения делятся на 2 типа: растровые и векторные.

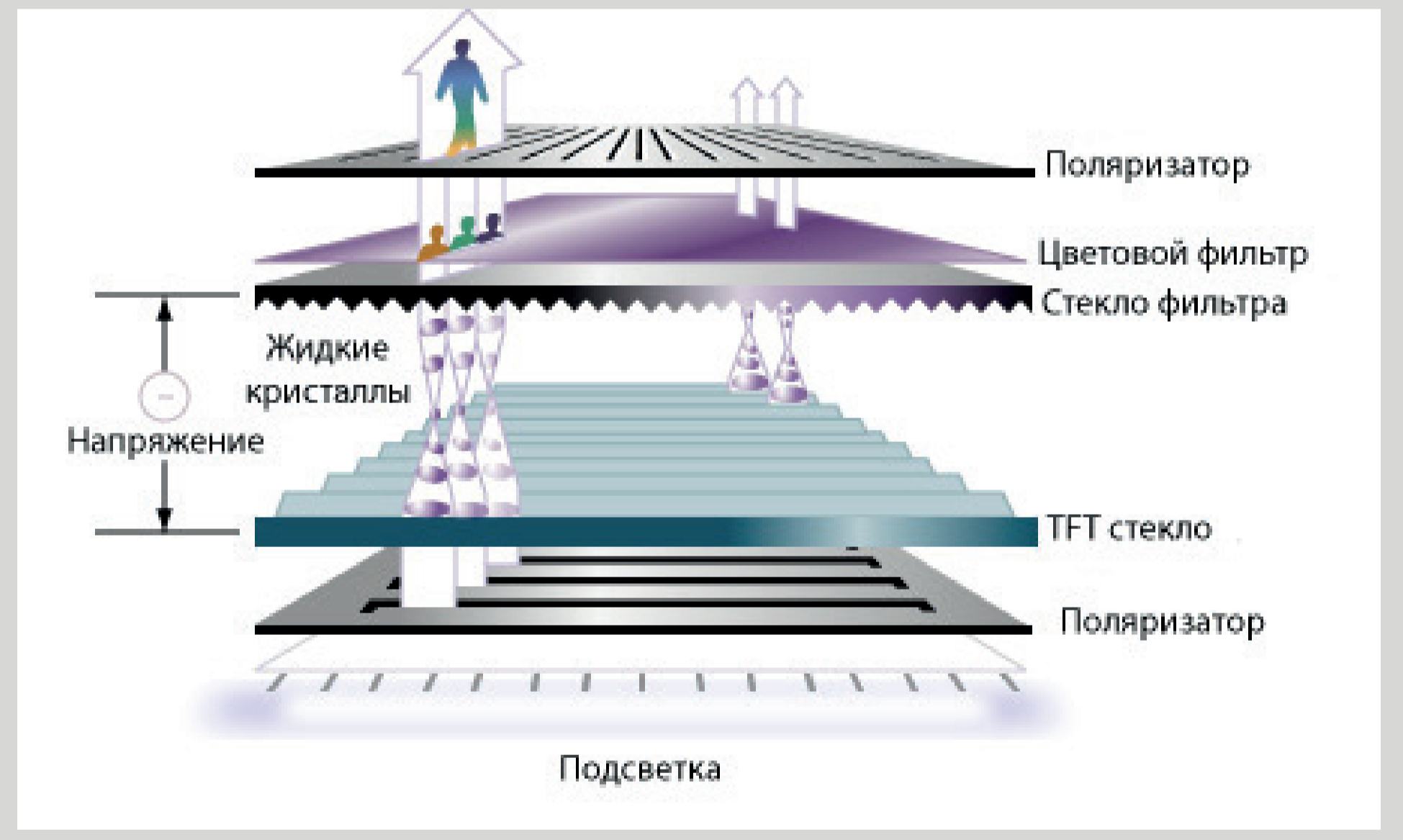


Растровое (слева) и векторное (справа)

Векторные изображения — это отображение каких-либо объектов используя математические формулы. Поэтому главный плюс векторов, их размер можно изменять как угодно и сколько угодно, качество картинки не изменится.

Растровые изображения — устроены совсем иначе, их оригинальный размер — это самый высокий уровень детализации. Если же увеличить изображение, то пиксели будут видны невооруженным глазом и будут напоминать зерна.

Видеоформат рассматривается так же, как и растровое изображение, так как видео это и есть сотни фотографий отображаемых по кадрам с определенной скоростью и частотой.



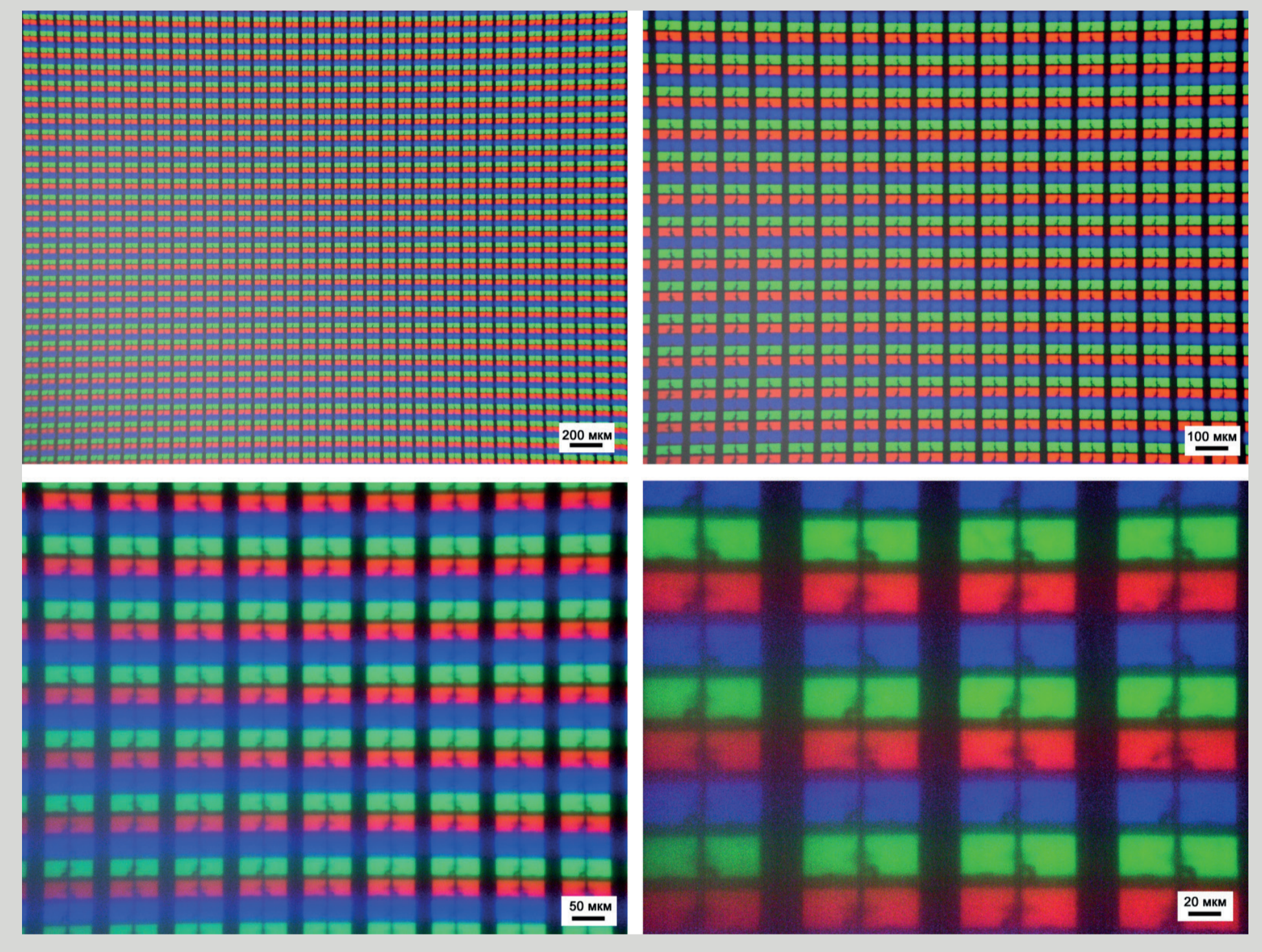
Аналоговые типы отображения изображений давно уже в прошлом, а вот ЖК и LED дисплеи довольно популярны и актуальны. ЖК дисплей — основанный на физических свойствах фазового состояния веществ. В основном эти вещества, это кристаллы холестерилбензоата и холестерилацетата. Впервые на них обратил внимания ученый Ф. Рейнитцер. В первое время на данное открытие никто не обратил внимания, так как существование веществ имеющих два жидких состояния — мутное и прозрачное противоречило теории о 3 агрегатных состояниях вещества, и было принято считать что жидкие кристаллы — это либо коллоидные растворы, либо эмульсии. Научное доказательство было представлено в 1904 году.

Далее изучались различные физические свойства столь интересного вещества. В 1960 годах было сде-

лано сенсационное открытие — жидкий кристалл менял цвет в зависимости от температуры. После чего интерес к жидким кристаллам сильно возрос. В 1968 году ученые представили абсолютно новый тип индикаторов, основанных на жидких кристаллах.

Дисплей из жидких кристаллов имеет весьма интересное строение. И состоит он из матрицы на которой расположены пиксели, которые формируют изображение и слой жидких кристаллов со светофильтрами, который регулирует светопотоки. Кратко остановимся на процессах взаимодействия данных слоев.

Свет, поступает от источника света через полупрозрачную пластину-волновод, затем рассеивается так чтобы весь свет расположился на всей матрице равномерно. Далее фотоны света проходят поляризационную фильтрацию, после чего свет с заданной поляризацией попадает на жидкий кристалл.

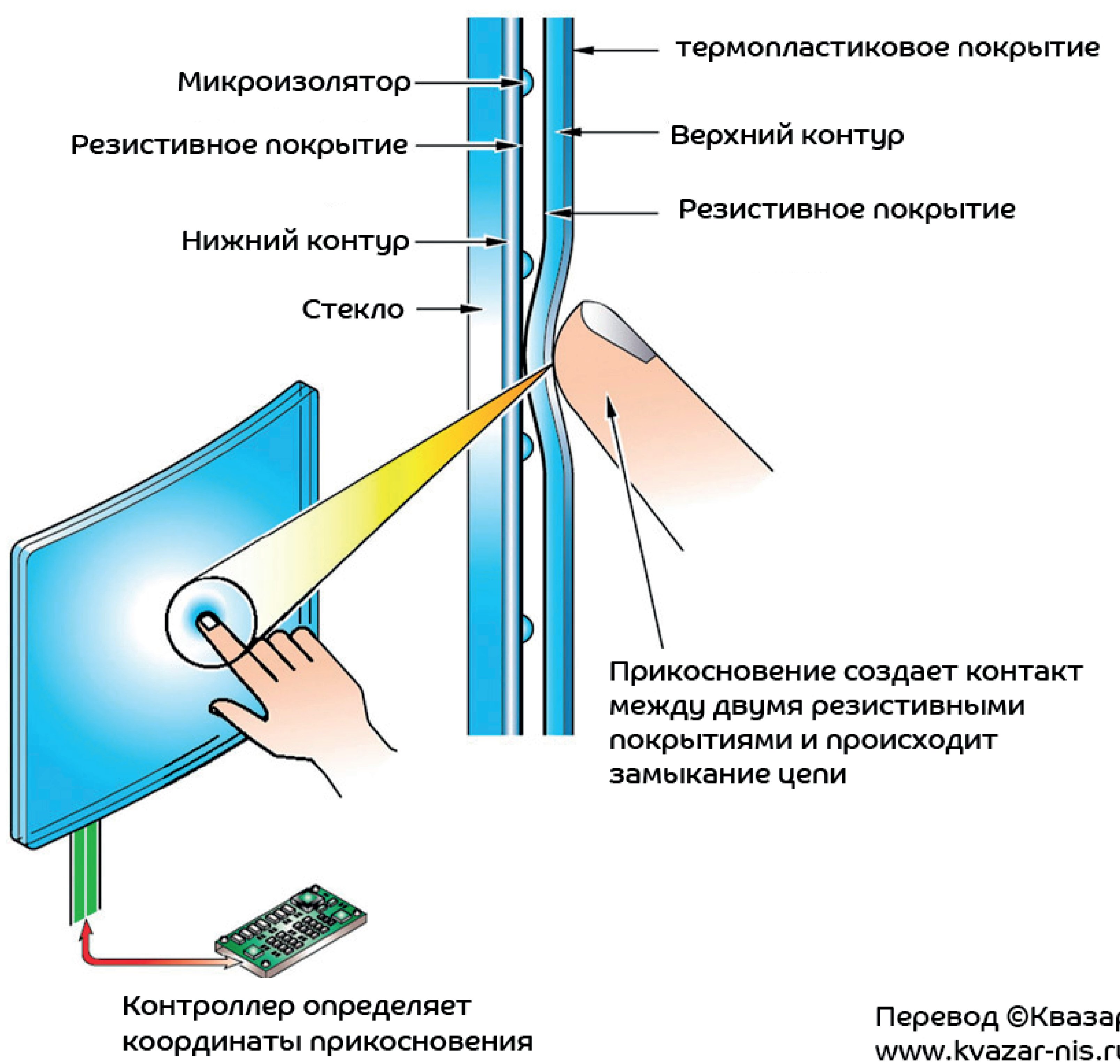


Затем жидкий кристалл получает сигнал от транзистора, который задает угол световой волны. После еще одной фильтрации, задается интенсивность свечения одного субпикселя. Над всеми слоями находится слой светофильтра который окрашивает субпиксель в основные три цвета: красный, синий и зеленый. Далее волны от 3 субпикселей смешиваются и образуют пиксель с заданным цветом, интенсивностью свечения а также с определенной контрастностью.

Жидко кристаллические дисплеи бывают 2 типов: монохромный и цветной, монохромный отличается от цветного отсутствием светофильтра окрашивания субпикселов.

Существуют и сенсорные панели и дисплеи. Они бывают: резистивными и емкостными.

Резистивный экран состоит из стеклянной панели, мембран с резисторами, защитной пленки между



Резистивный экран

мембранами и изоляционного слоя. Все точки на панели делятся на координаты, при нажатии которых, происходит соприкосновения мембран, соответственно замыкается цепь и появляется некое сопротивление цепи создаваемое резисторами, координата нажатой точки на экране высчитывается и отображается на экране устройства.

В емкостных экранах стеклянную основу покрывают слоем, который выполняет роль вместилища-накопителя заряда. Пользователь своим касанием высвобождает в определённой точке часть электрического заряда. Данное уменьшение определяется микросхемами, которые расположены в каждом углу экрана. Компьютером вычисляется разница электрических потенциалов, существующих между разными частями экрана, при этом, информация о касании в подробностях передаётся немедленно в программу-драйвер тачскрина.

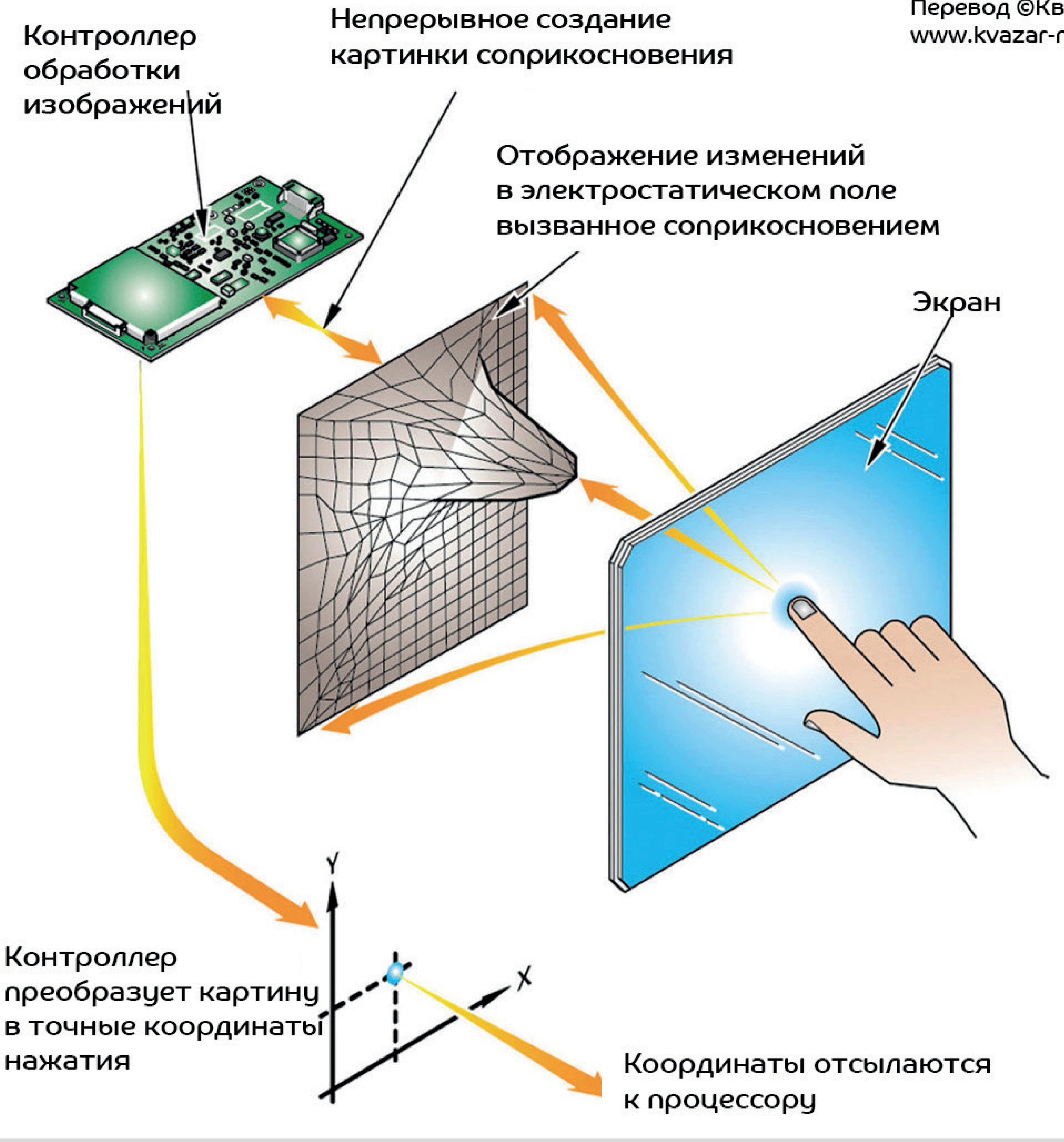
Довольно важное преимущество ёмкостных тачскринов - это способность данного типа экранов сохранять практически 90% от изначальной яркости дисплея. Из-за этого изображения на ёмкостном

экране смотрятся более чёткими, чем на тачскринах, имеющих резистивную конструкцию.

Также существует технология LED, главное отличие которого от ЖК замена поляризационного слоя на органические светодиоды. Это делает изображение более контрастным и точным в плане цвета.

Запись цифрового изображения довольно интересна. Так, что же происходит в цифровой фотокамере на момент съемки? Цифровой фотоаппарат состоит из целого ряда линз, зеркал и призмы (если фотоаппарат зеркальный). Все цифровые фотоаппараты требуют света для съемки. Так как изображение, это и есть свет отраженный от объектов съемки. Свет попадая в камеру проходит через створки, которые открываются и закрываются за долю секунды задержав свет внутри аппарата.

Внутри свет отраженный от объекта проходит через фильтр Байера, который делит свет на 3 основных цвета: красный, синий, зеленый. после свет попадает непосредственно на решетку на которых находятся тысячи (в зависимости от максималь-



Ёмкостный экран

ного количества точек которые может захватить фотоаппарат) сенсоров света, которые под воздействием фотонов излучают электрический заряд, (чем ярче изображение, тем сильнее заряд). Далее данный заряд переводится в последовательность 0 и 1 язык компьютерных процессоров. Каждый из них представляет собой точку или так называемый пиксель. Из тысяч или даже миллионов пикселей состоит изображение.

А цифровая звукозапись вовсе проста, звук это механическая волна, и для его записи используют электромагнитное поле. Далее, это дело техники.

В начале звуковая волна поступает в аналого-циф-

ровой преобразователь. На данном этапе звук поступающий в микрофон делится на дорожки, специальные детекторы измеряют положение звуковой волны в каждую единицу времени. Координаты преобразуются в двоичный код, который записывается на накопители. И он готов к использованию, т.к любой проигрыватель способен выполнять обратные действия.

Устройство воспроизведения звука «Колонка» является устройством, которое представляет собой поле под воздействием которого идет искажение мембраны, данные искажения и есть звук.



© Квazar 2016  
[support@kvazar-nis.ru](mailto:support@kvazar-nis.ru)  
[www.kvazar-nis.ru](http://www.kvazar-nis.ru)  
[www.vk.com/kvazar\\_nis](http://www.vk.com/kvazar_nis)  
All rights reserved