

№8 • 2021

ISSN 0039-7067

# СВЕТ О ТЕХНИКА

Для детей и их родителей

Специальный выпуск

Освещение  
большого театра



Замечательные  
лучи



Ультрафиолетовая  
история

12+



ОПОРА ИНЖИНИРИНГ

[www.opora-e.com](http://www.opora-e.com)

[www.bl-g.ru](http://www.bl-g.ru)

Этот свет — для спортивных побед.  
Мачты освещения — качественное решение!

ООО «ОПОРА ИНЖИНИРИНГ»  
300057, г. Тула, ул. Железнодорожная, 56А  
129626, г. Москва, пр. Мира, 106

+7 (495) 785-37-40  
+7 (495) 742-09-08

# Дорогие друзья!

**Л**ето — это маленькая жизнь. Сезон незабываемых, ярких впечатлений, увы, позади. Не расстраивайтесь! Впереди не только новый учебный год, но и многообразие осенних красок, которое настраивает на умеренный лад и, конечно, на познание нового и неизведанного.

**М**ы, честно, готовились к нашей встрече, с увлечением подбирали разнообразный и интересный материал, чтобы вместе совершить вояж по страницам восьмого выпуска журнала!

**В** этом номере продолжим разговор о рентгеновских лучах и ультрафиолете, попытаемся разобраться в источниках уникальности короля изобретательства — Томаса Альвы Эдисона, узнаем, как видят этот мир разные особи, что же такое увиолевое стекло и дихроматизм и даже вспомним историю возведения и крушения Берлинской стены.

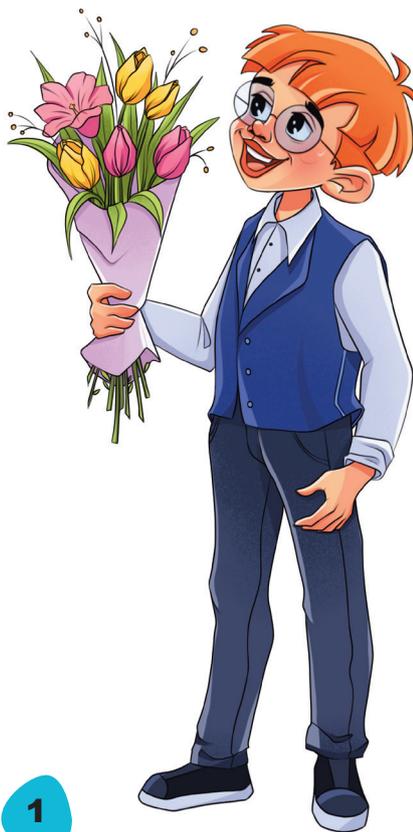
**Н**о и это, конечно, не всё! Что ещё?

**Ч**итайте журнал «СВЕТОТЕХНИКА», делитесь новостью о выходе очередного номера с близкими, друзьями и не забудьте про младших братьев и сестёр, которых традиционно ждёт специальная страничка.

**И** помните: мы черпаем вдохновение в ваших многочисленных откликах, замечаниях, предложениях, индивидуальных и творческих работах на тему света и светотехники.



*Профессор Люкс и Светознайка*



## УЧРЕДИТЕЛИ:

Академия электротехнических наук РФ

Всесоюзный научно-исследовательский светотехнический институт (ВНИСИ)

Национальный исследовательский университет «МЭИ»



Публикации в журнале «Светотехника» охватывают все направления современной светотехники: зрительное и незрительное воздействие излучения на человека, теория светового поля, фотометрия и колориметрия, источники излучения, пускорегулирующие аппараты, световые приборы, осветительные и облучательные установки, методы математического моделирования световых приборов и установок, проблемы энергосбережения в освещении, вопросы монтажа и эксплуатации осветительных установок, современной технологии производства светотехнических изделий.

Журнал «Светотехника» входит в перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёных степеней доктора и кандидата наук. Его английская версия "Light & Engineering", выпускаемая с 1993 года, входит в базу данных следующих агентств и издательских домов: Thomson Scientific (расширенная база индекса цитирования); EBSCO Publishing House; Elsevier Publishing House; SCOPUS Journals Analyzer; Academic Journal Catalogue (AJC). Более 30% членов редакционной коллегии представлены выдающимися специалистами мира, в том числе двумя бывшими и нынешними президентами Международной комиссии по свещению.

В 2018 году по инициативе председателя редакционной коллегии Г.В. Бооса, шеф-редактора Ю.Б. Айзенберга и главного редактора журнала В.П. Будака вышел первый номер периодического приложения журнала «Светотехника для детей и их родителей».

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ ЖУРНАЛА «СВЕТОТЕХНИКА» ДЛЯ ДЕТЕЙ И ИХ РОДИТЕЛЕЙ****Руководитель проекта**Н.С. Шерри  
sherri@bl-g.ru**Главный редактор**А.Ю. Басов  
basov@l-e-journal.com**Специальный корреспондент**Е.С. Серый  
seryi@l-e-journal.com**Иллюстратор**А.И. Емельянова  
alinasuhareva93@gmail.com**Контент-менеджер**А.С. Насонова  
nasonova@bl-g.ru**Корректор**Е.В. Яремчук  
yaremchuk@bl-g.ru

### ПО СТРАНИЦАМ ИСТОРИИ

Освещение Большого театра: от восковых свечей до наших дней . . . . . 4

### ВЕЛИКИЕ ОТКРЫТИЯ

Замечательные лучи . . . . . 8

### ИЗ ЖИЗНИ ЗАМЕЧАТЕЛЬНЫХ ЛЮДЕЙ

Гениальный изобретатель или гениальный бизнесмен: кто он - великий Эдисон? . . . . 14

### НАУКА И ЖИЗНЬ

Мир глазами животных . . . . . 22

Иной взгляд на цветной мир . . . . . 34

### НАЙДИ РЕШЕНИЕ

Боремся с инфекцией вместе . . . . . 40

### ВСЕ СТОРОНЫ СВЕТА

Стена европейского раздора . . . . . 44

### ЭВРИКА!!!

Эксперименты . . . . . 52

### УДИВИТЕЛЬНОЕ РЯДОМ

Интересные факты . . . . . 54

### ПРОВЕРЬ СЕБЯ

Кроссворд . . . . . 56

### ПРОФЕССИЯ СВЕТ

От морских глубин до дальнего космоса . . . 58

### ПРОСТЫЕ СОВЕТЫ

Уголок свободы и наслаждения . . . . . 64

### ЛЕНТА НОВОСТЕЙ

Новости светотехники . . . . . 70

### МИР СВЕТА

Будущее светлого города на проспекте Мира. Часть третья . . . . . 72

### РЕПОРТАЖ С МЕСТА СОБЫТИЙ

Ультрафиолетовая история . . . . . 76

## УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ, ИСПОЛЪЗУЕМЫЕ В ЖУРНАЛЕ



— материал повышенной сложности



— эксперименты



— обрати внимание



— дополнительный материал к школьной программе



— пополняем словарный запас



— конкурс

# ОСВЕЩЕНИЕ БОЛЬШОГО ТЕАТРА: ОТ ВОСКОВЫХ СВЕЧЕЙ ДО НАШИХ ДНЕЙ

Поистине, волшебную картину представляет собой здание Большого театра зимним вечером перед началом спектакля. На фоне ярко освещённой фасадной стены вырисовываются силуэты величественных колонн. Перед парадным подъездом, в ожидании прекрасного, толпится публика, наблюдая, как медленно спускающиеся на землю хлопья снега тают в свете радушных фонарей. Фонари, люстры, торшеры, канделябры, бра играют далеко не последнюю роль в создании особой романтической театральной атмосферы. Давайте совершим не совсем обычное путешествие в прошлое Большого театра, а именно познакомимся с историей осветительных приборов, украшающих его стены. А поможет нам в этом директор музея «Огни Москвы» Наталья Потапова.

**Б**ольшой театр был создан в 1776 году совместными усилиями московского губернского прокурора князя П.В. Урусова и его компаньона М.Е. Медокса. Первоначально театральная труппа выступала на Знаменке, в доме Р.И. Воронцова. В 1780 году на месте современного Большого театра на углу улицы Петровки за пять месяцев было возведено каменное здание Петровского театра (рисунок 1).



Рисунок 1. Здание Петровского театра



Зрительный зал нового театра напоминал двор-колодец, внутри которого размещались кресла для дам и партер, окружённый со всех сторон стенами с прорезанными в них окнами — ложами. В то время ложи не были открыты, а представляли собой отдельные комнаты, которые сдавались внаём на год заядлым театралам. Выкупив абонемент, владельцы лож обтягивали стены шпалерами, привозили собственную мебель и на своё усмотрение устанавливали осветительные приборы. Общее освещение зрительного зала производилось сальными и восковыми свечами, установленными на укрепленных к стенам и бортам лож бра. И нередко бывало, когда растопленные капли воска падали на головы зрителей, сидящих в партере.

Особой гордостью жителей Москвы был маскарадный зал Петровского театра. Он представлял собой украшенную зеркалами ротонду диаметром 40 метров и вмещал до 2000 человек. Особый эффект производило освещение этого зала, которое по замыслу самого Медокса производилось «огнём, горевшим в 42 хрустальных люстрах».

В 1805 году здание Петровского театра полностью было уничтожено пожаром. Почти два десятилетия на театральной площади «стояли каменные обгоревшие стены, в которых обитали хищные птицы». И только в 1824 году по проекту архитектора А.А. Михайлова, доработанному О.И. Бове, было построено новое здание театра. Но мартовским утром 1853 года театр вновь постигла печальная участь: на этот раз огонь полностью уничтожил внутренние интерьеры. Работы по восстановлению здания проводились академиком С.-Петербургской Академии художеств Альбертом Кавосом. 30 августа 1856 года, в день коронации Александра II, состоялось торжественное открытие Большого театра (рисунок 2). В этот вечер столпившаяся на Театральной площади публика любовалась многочисленными иллюминациями, а оказавшиеся в стенах Большого театра любители музыкальной культуры были поражены богатством внутреннего убранства. Сам А. Кавос впоследствии писал: «Я постарался украсить зрительный зал как можно более пышно и в то же время по возможности легко, во вкусе ренессанса, смешанном с византийским стилем. Белый цвет, усыпанный золотом, ярко-

малиновые драпировки внутренностей лож, различные на каждом этаже штукатурные арабески и основной эффект зрительного зала — большая люстра из трёх рядов светильников и украшенных хрусталём канделябров — всё это заслужило всеобщее одобрение».



Рисунок 2. Большой театр в 1856 году

Стоит отметить, что по проекту А. Кавоса освещение зрительного зала было непосредственно связано с системой вентиляции, так как горящие в светильниках масляные лампы и свечи производили много дыма и копоти. При решении этого вопроса архитектор продумал всё до мелочей. Для вытяжки сгустившегося воздуха в крыше театра было сделано широкое отверстие, а приток свежего воздуха осуществлялся благодаря тому, что двери лож, ведущие в коридор, на полвершка (около 2 см.) не доходили до притолоки. В стенах были установлены вентиляторы.

Естественно, что масляные лампы требовали постоянного наблюдения и ухода. Чтобы наполнить резервуары маслом, зажечь или потушить лампы, люстра поднималась через отверстие в потолке в специальное помещение. После того как несколько раз осколки стёкол от лопнувших ламп падали на головы сидевших в креслах зрителей, под люстрой догадались приделать тонкую сетку.

«В особо торжественных случаях, например, в спектаклях в большие праздники или царские дни, зажигались стеариновые свечи в прикрепленных к бортам лож бронзовых бра, и свечи эти, бывало, текли опять-таки на головы зрителей».

В 1863 году во дворе Малого театра со стороны Неглинной улицы был построен газовый заводик для освещения Большого и Малого императорских театров. А через два года правительство Франции преподнесло Большому театру необычный, но великолепный по своей красоте подарок — хрустальную люстру, которая по сей день освещает зрительный зал (рисунок 3). Первоначально освещение новой люстры производилось 408 газовыми рожками, скрытыми за пышным хрустальным убором. Всего в конструкции люстры насчитывается 13 тысяч различных по своей форме деталей (дубовые листья, гранёные пики, призмы). Диаметр люстры — 6 метров, вес — 1,5 тонны. Но подня-

тая к плафону Большого театра, она кажется похожей на очень лёгкий и хрупкий цветок с восемью лепестками, вокруг которого собрались в хоровод Аполлон с девятью юными музами (сюжет на тему «Аполлон и музы» был выполнен на плафоне зрительного зала академиком Титовым в 1856 г.).

В августе 1893 года в Большом театре впервые вспыхнуло электричество. Газовые рожки в главной люстре заменили на 288 электрические лампы, отверстие для подъёма люстры закрыли латунной ажурной сеткой.

Особое внимание хочется уделить освещению сцены Большого театра (рисунок 4). С момента открытия в 1856 году и до начала XX века театральной машинерией занимались гг. Вальцы: сначала отец Ф.К. Вальц, затем сын К.Ф. Вальц. Сценические приспособления того времени были чрезвычайно примитивны. Рампа располагалась внизу под сценой, а перед ней находился механизм, благодаря



Рисунок 3. Люстра в Большом театре



*Рисунок 4. Сцена Большого театра*

которому осуществлялась смена красных и голубых ширм. Таким образом, достигался эффект зари и ночи.

«Случалось, что во время действия в одной из тридцати или сорока ламп рампы лопалось стекло, и она начинала немилосердно коптеть; когда же наступал антракт, то из-за спущенного занавеса появлялся рабочий в фартуке и высоких сапогах и поправлял беду».

Освещение софитов и различных приставных декораций осуществлялось при помощи установки рядом с ними ламп, которые в зависимости от театрального действия закрывались цветными зонтиками. Чтобы привести в рабочее состояние этот неповоротливый осветительный аппарат, требовались энергичные, расторопные ламповщики. Стоит заметить, что, несмотря на все эти примитивные устройства, получались весьма интересные эффекты, и публика часто награждала К.Ф. Вальца и как

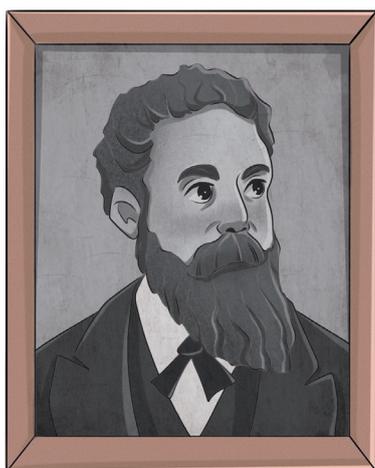
декоратора, и как машиниста вызовами.

В конце XIX века директор императорских театров Москвы и С.-Петербурга И.А. Всевожский провёл реформы, которые в большей степени коснулись сцены, включая замену газового освещения на электрическое. Вследствие этого световые эффекты стали весьма разнообразны, и можно было уже говорить о свете, как новом элементе сценической постановки.

Такова история освещения Большого театра. Осталось отметить, что в настоящее время в интерьерах театра сохранились светильники, созданные в разное время (например, главное фойе освещают три хрустальные люстры и бра 60-х годов XIX века, в буфете установлены осветительные приборы, изготовленные в 1958 году Московским заводом художественного литья), но все они уникальны и являются настоящими произведениями декоративно-прикладного искусства.

# ЗАМЕЧАТЕЛЬНЫЕ ЛУЧИ

10 декабря 1901 года Шведская Королевская академия наук вручила первую Нобелевскую премию по физике Вильгельму Конраду Рентгену «в знак признания необычайно важных заслуг перед наукой, выразившихся в открытии замечательных лучей, названных впоследствии в его честь». Открытие рентгеновских лучей принесло учёному мировую славу, многочисленные награды и почести, и сегодня даже далёким от физической науки людям прекрасно знакома фамилия «Рентген». О великом человеке и его не менее великом открытии — в материале редактора нашего журнала — Федорищева Павла Александровича.



## ОТКРЫТИЕ

Вечером 8 ноября 1895 г. профессор Вюрцбургского университета Вильгельм Рентген работал в своей лаборатории (рисунок 1). Около полуночи он погасил свет и, оглянувшись, уже на выходе, заметил в темноте какое-то свечение: светилась банка с кристаллами синеродистого бария. Рентгену было известно, что флюоресценцию вызывает ультрафиолетовое излучение, но ведь Солнце давно уже село, а катодная трубка — «лампа Крукса» — закрыта плотным картонным чехлом. Рентген взглянул на трубку и заметил, что забыл её выключить. Выключил — свечение исчезло, включил — кристаллы засветились вновь. Напрашивался вывод, что свечение вызывает катодная трубка, но она слишком далеко, да и закрыта чехлом, который не пропускает катодные лучи!

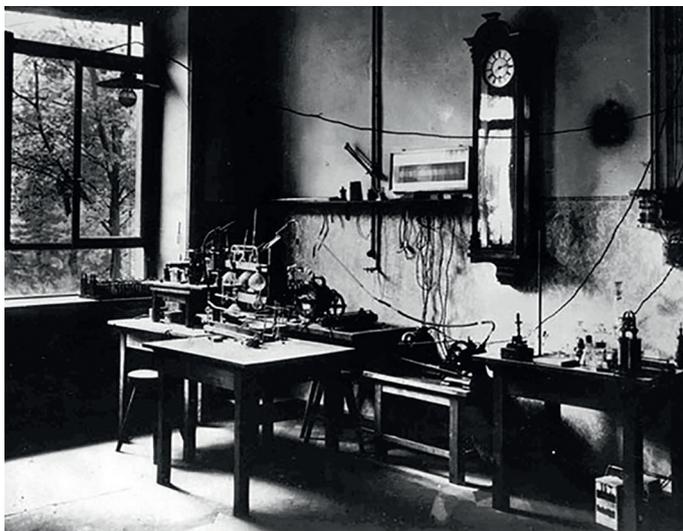


Рисунок 1. Лаборатория Вильгельма Рентгена

Забыв об усталости и не глядя на часы, Рентген приступил к изучению невидимых лучей неизвестной природы, заставляющих светиться кристаллы. Неизвестные лучи были названы им по математическому принципу — «икс-лучами», а следующие 50 дней учёный проведёт в своей лаборатории.

Перемещаясь по комнате с экраном, покрытым синеродистым барием, учёный установил, что новые лучи легко преодолевают двухметровое расстояние, проникая сквозь всевозможные преграды. Помещая между экраном и лампой Крукса различ-

ные предметы-препятствия (толстую тысячестраничную книгу, двойную колоду карт, толстые куски дерева, стекло), Рентген установил, что все они проницаемы для нового излучения, но в разной степени: яркость флюоресценции экрана менялась в зависимости от материала и его толщины. «Если держать между разрядной трубкой и экраном руку, — пишет Рентген, — то видны тёмные тени костей в слабых очертаниях тени самой руки».

В статье о своём открытии учёный написал: «Заслуживает особого внимания тот факт, что сухие фотографические пластинки чувствительны к X-лучам. Этим свойством можно пользоваться для регистрации многих явлений». С помощью фотографических пластин ему удалось установить, что платина, свинец и цинк «отражают» новое излучение (а алюминий — «весьма проницаем» для него), а также доказать, что лучи распространяются прямолинейно. Продолжив эксперименты, Рентген сумел сделать первые рентген-снимки, «зарегистрировав» таким образом воздействие X-лучей. Тогда же Рентген сделал снимок правой руки своей жены Берты: так появился первый в истории медицины рентгеновский снимок (рисунок 2). На нём до сих пор хорошо заметны кости и массивное кольцо на руке Берты.



Рисунок 2. Первый рентгеновский снимок

Почти два месяца Рентген экспериментировал, исследуя и описывая природу своего открытия, и лишь в канун Нового года — 28 декабря 1895 г. — Рентген опубликовал свою статью «Предварительное сообщение о новом роде лучей» с подробным описанием открытия и выполненных опытов для его изучения.

9 марта 1896 г. Рентген опубликовал второе сообщение, в котором описал способность X-лучей разряжать заряженные (электризованные) тела и установил, что «X-лучи могут возбуждаться не только в стекле, но и в алюминии», и «не оказалось ни одного твёрдого тела, которое под действием катодных лучей не возбуждало бы X-лучей». Основываясь на этом выводе, Рентген предложил новую конструкцию трубки для генерации интенсивного

рентгеновского излучения: «Я несколько недель с успехом пользуюсь разрядной трубкой, — пишет учёный, — катодом её является вогнутое зеркало из алюминия, в центре кривизны которого под углом в  $45^\circ$  к оси зеркала помещается платиновая пластинка, служащая анодом».

Открытие Рентгена часто называют прекрасным примером научного везения: учёный совершенно случайно столкнулся с этим явлением, изучая свойства катодных лучей в разреженных газах. Однако приписать это открытие лишь воле случая было бы неверным! Изучение катодных трубок и их свойств продолжалось на протяжении 40 лет до открытия Рентгена, и его открытие, по словам нобелевского лауреата Филиппа фон Ленарда, «неприменно должно было быть сделано на этом эта-



Вильям Рентген

пе развития». При этом, как пишет академик А.Ф. Иоффе, «требовалась «недюжинная наблюдательность, чтобы, едва принявшись за изучение катодных лучей, сразу заметить создаваемые ими новые лучи».

Как мы знаем сегодня, исследователи и до Рентгена сталкивались с эффектом X-излучения — и Иоганн Хитторф, и Уильям Крукс, и Никола Тесла, и тот же Ленард, — но не обратили на них своего научного взора, «смотрели, но не видели» и не задались вопросом природы этого эффекта. Чего нельзя сказать о Рентгене, который сразу после обнаружения «новых, неизвестных лучей» взялся за тщательное изучение их свойств и природы возникновения. В трёх небольших статьях, опубликованных в течение одного года после первой встречи с X-лучами, Рентген дал настолько исчерпывающее описание этих лучей, что затем на протяжении десятка лет сотни статей, посвящённых «новым лучам», не могли добавить к его описанию ничего существенного.

Рентген заслуженно пользовался славой лучшего экспериментатора своего времени. Ему были свойственны несомненный талант экспериментатора, ясная простота опытов в сочетании с глубоким анализом при их постановке, что позволяло добиваться удивительно высокой достоверности и точности результатов. В то время как в погоне за точностью многие его коллеги бесконечно «улучшали» и усложняли экспериментальные установки, Рентген добивался высочайших результатов благодаря тщательно подготовленным опытам. Несмотря на то, что Рентген опубликовал полсотни ставших классическими трудов по физике, важнейшими его работами стали статьи «О новом роде лучей», опу-

академик Иоффе пишет: «Не только самое открытие новых лучей, но и их исследование, классическое по своей простоте, объективности и полноте, произведённое с самодельными приборами по совершенно новым методам, лёгшим в основу позднейшей физики, — представляет собой выдающуюся заслугу».

## ЧТО ТАКОЕ РЕНТГЕНОВСКОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

X-лучи практически сразу нашли применение в медицине и в технике, но проблема их природы ещё на протяжении десятка лет оставалась предметом дискуссий. И только в 1912 г. решающую точку в этом споре поставил знаменитый немецкий физик Макс фон Лау (Нобелевская премия 1914 г.), доказавший электромагнитный характер рентгеновского излучения.

Родственные световым лучам, рентгеновские лучи обладают куда большей энергией, позволяющей им «пробивать» большинство материалов. Длина волны рентгеновского излучения в тысячи раз короче длины волны обычного света, а чем ниже длина волны, тем выше частота её колебания, а значит и энергия этой волны (рисунок 3). Световые волны имеют ограниченную способность проходить: при столкновении с непрозрачным материалом они перестают двигаться дальше. Но только не их высокочастотные «Икс-родственники»: рентгеновские лучи могут проникать гораздо глубже, и остановить их по силам только материалам с большим количеством электронов (например, свинцу с его 82 электронами).

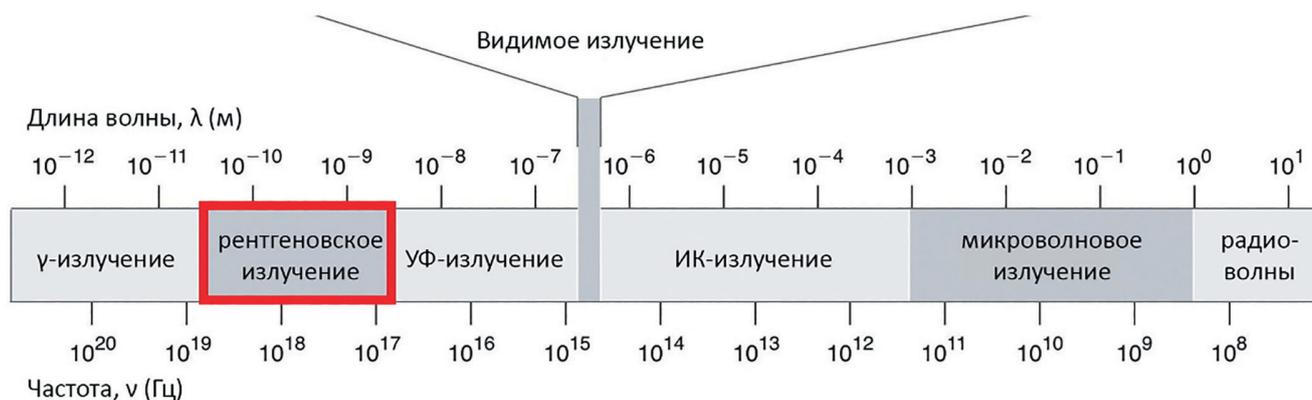


Рисунок 3. Рентгеновское излучение в спектре электромагнитного излучения

## КАТОДНАЯ ТРУБКА И КАТОДНЫЕ ЛУЧИ

В середине XIX века немецким физиком Иоганном Хитторфом были созданы стеклянные трубки с разреженными газами, через которые пропускался электрический разряд. При прохождении электричества между электронами трубка начинала светиться — флюоресцировать. Изучение этого явления продолжил английский физик Уильям Крукс, который в 1879 г. сконструировал трубку, в которой в условиях вакуума электричество проводилось через индукционную катушку. Лучи, исходившие от катода к аноду, были названы катодными лучами. В 1897 г. английский физик Джозеф Джон Томпсон установил, что катодные лучи представляют собой поток отрицательно заряженных частиц, названных электронами.

## ПРИМЕНЕНИЕ РЕНТГЕНОВСКИХ ЛУЧЕЙ

Рентгеновское излучение применяется сегодня во многих областях науки и техники:

- Самое известное применение — для диагностики и лечения в медицине. Первым задокументированным случаем лечения с помощью X-лучей стал перелом руки мистера Эдди Маккартни из Нью Гемпшира 20 января 1896 года. С того момента рентген использовался бесчисленное число раз, и сегодня благодаря этим замечательным лучам производят высокоточную диагностику во всех областях медицины, рентген помогает обнаружить переломы костей, опухоли в клетках и заболевания лёгких, такие как эмфизема и туберкулез;

- Те из вас, кто хоть раз бывал в аэропорту, наверняка видели, как рентгеновские лучи стоят на страже нашей безопасности, помогая обнаружить опасные и запрещённые вещи — боеприпасы и оружие — в багаже (рисунок 4);

- В начале XX века было обнаружено, что рентгеновские лучи могут проникать не только сквозь тело человека, но и внутрь кристаллов. Благодаря этому свойству учёные научились измерять

расстояние между атомами, что оказало значительное влияние на развитие науки, например, сыграло важную роль в исследовании структуры ДНК;

- Благодаря рентгеновским лучам искусствоведы и историки могут определять возраст различных предметов и совершать удивительные открытия. С помощью рентгенофлуоресцентного анализа исследователи могут оценить состав красок, которыми была написана старинная картина, увидеть скрытые от глаз слои, увидеть, как создавалась картина, а порой и установить её авторство.



Рисунок 4. Рентгеновские снимки, полученные при помощи специального устройства в аэропорту

## ОПАСНОСТЬ!

Рентгеновское излучение имеет и отрицательные качества. При неправильном использовании оно становится опасным для здоровья. Ни сам Рентген, ни его современники не знали об этом и работали, не применяя никаких мер предосторожности. Многие физики в то время получили тяжёлые лучевые ожоги. Лишь годы спустя были определены безопасные дозы облучения и созданы средства защиты.



Международная  
светотехническая  
корпорация



БООС ЛАЙТИНГ ГРУПП

[www.bl-g.ru](http://www.bl-g.ru)

[www.svetoservis.ru](http://www.svetoservis.ru)

Мачты-великаны  
Службу несут свою.  
Освещают они без усталы  
Все терминалы в порту



ООО «СВЕТОСЕРВИС-СПБ»  
195112, г. Санкт-Петербург, Заневский проспект,  
дом 54, корпус 5, литер А, помещение 310



+7 (812) 448-57-19

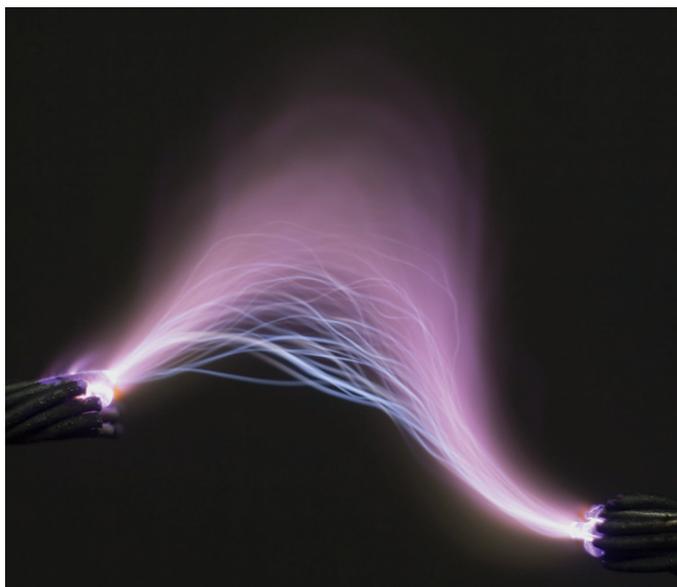
# ГЕНИАЛЬНЫЙ ИЗОБРЕТАТЕЛЬ ИЛИ ГЕНИАЛЬНЫЙ БИЗНЕСМЕН: КТО ОН – ВЕЛИКИЙ ЭДИСОН?

**Как вы считаете, сложно ли совершить научное открытие или изобрести что-нибудь? Какие-то открытия совершались случайно, к каким-то авторам шли годы. Часто такие события становились великими спустя много лет после их происхождения. Ведь для развития человечества важно не только создать что-то новое, но и показать реальный эффект, осязаемый результат. Томас Эдисон — человек, о роли которого в мировой истории спорят до сих пор: с одной стороны, он являлся чудесным изобретателем, с другой стороны, без своего упорства и таланта бизнесмена он вряд ли смог добиться такого успеха. Так кто же он — гениальный изобретатель или гениальный бизнесмен?**

**В** 1802 году профессор физики петербургской Военно-медицинской академии В.В. Петров, проводя опыты с батареей из медных и цинковых кружков, получил вольтовую дугу\*. Между двумя кусками угля при этом появился «весьма яркий белого цвета свет» (сначала приписывали это открытие Дэви, который в 1808 году лишь повторил опыт). А в 1845 году в Парижской опере случился фурор. С помощью вольтовой дуги воспроизвели эффект восходящего солнца, что произвело неизгладимое впечатление на зрителей. Директора различных театров начали применять вольтовую дугу для создания различных эффектов, достигая нужных при помощи линз и оптических призм. На театральных сценах создавались фонтаны, молнии, радуги. Однако получить постоянный ровный свет никому из них, конечно, не удавалось. Дело в том, что концы углей быстро прогорали, и расстояние между ними увеличивалось. Дуга мгновенно ослабевала и гасла. Надо было искать решение, которое позволяло бы удерживать углы, между которыми возникала вольтова дуга, в определённом расстоянии друг от друга.

Прошло 45 лет. На заре новой технической революции, произведённой электричеством, 11 фев-

раля 1847 года в городе Майлен (США, штат Огайо) на свет появился малыш, голова которого была крупнее нормы. Врач, принимавший роды, предположил, что у новорождённого «лихорадка мозга». К счастью диагноз не подтвердился. Это родился младший, седьмой по счёту, ребёнок в семье Самуэля Эдисона и Нэнси Элиот, которого нарекли Томасом Альва Эдисоном.



Вольтова дуга



*Томас Альва Эдисон в детстве*

Аль, Эль, Томас, как ласково его называли родные и близкие, с детства был особенным ребёнком. Правильное восприятие родителями мальчика исключительности сына сформировало нужные условия для развития его одарённости и способностей. Дети с их обычными играми Томаса мало интересовали, он предпочитал играм наблюдение. Аль очень живо интересовался всем, что его окружает: наблюдал за движением пароходов и барж, которые возили товары из Огайо и Западной Виргинии, за работой плотников, интересовался применением различных инструментов, внимательно слушал, о чём говорят, засыпал взрослых вопросами. Результаты своих наблюдений ложились в основу его детских экспериментов. Хорошо известна история 6-летнего Эдисона, когда его внимание привлекла гусыня, высиживающая яйца. Итогом в виде выводка гусят мальчик был настолько впечатлён, что решил убедиться в правильности своих выводов. Мать еле нашла его в курятнике, где Аль сидел на утиных яйцах в ожидании появления утят.

Томас был удивительно энергичным и деятельным ребёнком, при этом часами мог тихо сидеть в

уголке, копируя, например, увиденные им надписи, строить из дерева одному ему понятные сооружения, рисовать что-то в виде схем и набросков.

Отец Томаса — человек сметливый с отменной деловой хваткой, занимался торговлей и умел делать деньги буквально из воздуха. К примеру, построил 30-метровую лестницу в собственном дворе — некое подобие смотровой площадки, чтобы с высоты птичьего полёта люди любовались окружающим ландшафтом. И люди платили четверть доллара за один сеанс.

## «ТВОРЕЦ» ГЕНИЯ

Нэнси Элиот, мама Эдисона, родилась в семье священника и до замужества работала учителем. Эта женщина была достаточно хорошо образованна и терпима. Она много занималась с детьми, учила письму, прививала любовь к чтению. В 1852 году в США был принят закон, в соответствии с которым дети должны были обязательно посещать школу. Многие родители игнорировали это обязательство. Их вполне устраивало, что дети помогали, работая на семейных фермах. Но Нэнси (к этому времени семья переехала в Порт-Гурон, штат Мичиган), решила отдать Томаса в начальную школу, в которой он проучился чуть больше двух месяцев. Рассеянность, ограниченность слуха, нежелание заниматься зубрёжкой и непохожесть Томаса на других детей — всё это раздражало учителей. Томаса частенько наказывали ремнём, что по тем временам в учебных заведениях США не возбранялось. Не только учителя, но даже отец считали его несколько ограниченным и даже «туповатым».

А вот отношение Нэнси к особенностям сына можно вписать в учебники классической педагогики, как истинный образец материнского понимания, терпимости и любви. Именно она не позволила заклеить сына, ведь ярлык «бестолковый», «безмозглый» по оценке учителей Томаса, мог бы сопровождать его по жизни, лишив уверенности в своих силах. Например, к 15 годам Альва мог одновременно успешно заниматься продажей газет и их выпуском, обеспечивая весь процесс самостоятельно, организовывать этот бизнес,

экспериментировать в области химии и физики, много читать. Его разносторонность и непомерная активность в глазах многих людей, в том числе близких, за исключением матери, казалась странной. Многие считали его чудным и неуравновешенным. Только мать понимала, что Аль растёт неординарным, одарённым ребёнком, а его интеллектуальное развитие намного опережает ровесников. Она помогала развитию его инициативы, поощряла его стремления к знаниям и получение этих знаний экспериментальным путём.



Нэнси Элиот

Повзрослев, Томас высоко оценивал роль матери в формировании собственной многогранной личности, называя её своим «творцом». «Моя мать сделала меня таким; она поняла меня; она дала мне возможность следовать моим склонностям», — говорил он. Нэнси не настаивала на зубрёжке материала, не препятствовала развитию его интересов и тяге к уединению. Учила сама, нанимала репетиторов, не мешала, а создавала условия сыну для самостоятельного изучения мира, опытов и экспериментов, и главное, никому не позволяла сомневаться в исключительности своего ребёнка.

Став известным и знаменитым, уже после смерти матери Эдисон нашёл записку, текст которой его удивил: «Ваш сын — умственно отсталый. Мы не можем учить его в школе вместе со всеми. Пожалуйста, учите его сами». Ему-то было хорошо знакомо иное содержание краткого письма, которое он принёс из школы. Из маминых уст звучало это так: «Ваш сын — гений. В этой школе нет подходящих учителей, способных чему-то научить его. Пожалуйста, учите его сами».

## САМООБРАЗОВАНИЕ

Уже к 9-летнему возрасту Аль увлёкся историей, физикой и химией, читал сочинения великих классиков, был постоянным посетителем местной библиотеки. В подвале родительского дома мальчик с благословения матери обустроил лабораторию и самостоятельно проделывал опыты из книги Ричарда Паркера «Натуральная и экспериментальная философия». «Яд» — подписывал он свои флакончики, чтобы никто не прикасался к реагентам.

К 12 годам он перечитал труды Гиббона, Юма, Пени, Бертона и даже «Принципы» Ньютона. Последнее давалось ему с трудом, так как требовало сложных вычислений для различного рода экспериментов, да и математика никогда не была и не стала сильной стороной Эдисона.

Можно сказать, что будущий гений создавал сам себя. Мать лишь умело направляла, оставляя окончательный выбор за сыном. Итог получился весьма успешным. Не имея ни высшего, ни даже начального образования, Томас вырос глубоко и разносторонне образованным человеком. Тяга к знаниям, увлечённость, настойчивость, богатое воображение, потребность в оценке собственных знаний опытным путём, творческая и изобретательская активность в совокупности с деловой хваткой, переданной в наследство от отца, верой в себя, культивируемой матерью, — вот те качества, которые позволили Томасу стать одним из самых плодовитых изобретателей. Томас Эдисон стал обладателем более чем 4 000 патентов по всему миру и очень успешным бизнесменом.

## ОН СДЕЛАЛ ЭТОТ МИР ЯРЧЕ

В 23 года Эдисон создал уникальную научно-исследовательскую лабораторию, замкнул в цепочке науку и производство, поставив весь процесс на коммерческие рельсы. Он не превратился в заикнувшегося на науке, покинувшего этот мир в нищете и безызвестности, учёного, чьи плоды пользуются потомки лишь после их смерти. За счёт своей неуёмной энергии в совокупности с организаторскими способностями, поразительной работоспособности, направленной на реализацию собственных идей, он делал свои изобретения коммерчески выгодными и получал дивиденды в виде славы и полного достатка при жизни. Именно Томас стал основателем всемирно известной во всём мире корпорации General Electric.

Разное говорят! Кто-то считает его великим изобретателем, кто-то говорит, что, по сути, большинство его изобретений — доработка чужих идей. Думаю, неправых здесь нет! Однозначно уникальность Эдисона заключается в способности путём невероятных усилий доводить плоды до зрелого состояния, двигаться от идеи к практическому результату, доступному для массового использования. И главное, что след, который он оставил в жизни общества, стереть невозможно. От его деятельности мир стал ярче, богаче и интереснее.

Электрический счётчик для подсчёта голосов на выборах, автоматический телеграф, электробор, угольный телефон, лампа накаливания с угольной нитью, электрогенератор, громкоговорящий телефон (мотограф), универсальный принтер, магнитный сепаратор железной руды, кинетоскоп, щелочная батарея и даже цемент — лишь малая толика его внедрений, ставших доступными для людей.

## НЕУГОМОННЫЙ ТОМАС

Вся жизнь Эдисона — череда побед и поражений. Но каждая неудача стимулировала его к дальнейшим действиям и поиску новых решений. Например, когда Томасу исполнилось 12 лет, отец устроил его на работу так называемым «поездным



*Угольный телефон — одно из изобретений Эдисона*

мальчиком», торгующим, как правило, сладостями и газетами в поезде, курсирующем между Порт-Гуроном и Детройтом. Но однообразие Алю претило. Быстро разобравшись в принципах торговли, он развил это направление деятельности и нанял себе помощников. А сам в заброшенном вагоне организовал некое подобие типографии и начал с выпуска путевых листков. Работал Томас за автора, редактора, наборщика и верстальщика одновременно. Вскоре вышла и его первая путевая газета Grand Trunk Herald («Вестник большой соединительной ветки»), которая рассказывала о местных новостях и военных событиях (шла гражданская война Севера и Юга). Газета пользовалась спросом и даже получила лестный отзыв от английского издания Times! Но и этого было мало: Аль придумывает, как телеграфным способом анонсировать газетные заголовки на промежуточных станциях, разжигая интерес публики к изданию, что сделало его бизнес ещё более успешным.

Энергии этого юного создания, практически ребёнка, можно было позавидовать. В том же вагоне-типографии мальчик создал себе лабораторию. Из-за стечения сложившихся обстоятельств

разбивается флакон с фосфором, что приводит к пожару. Аль лишается рабочего места, а его первое бизнес-предприятие терпит сокрушительное фиаско.

Подвал родного дома на длительное время вновь становится местом обитания неугомонного Томаса. Здесь он конструирует свою паровую машину, устраивает телеграфное сообщение, начинает издавать газету «Paul Pry», организует подписку на собственное издание.

Однажды в какой-то заметке он невольно оскорбил подписчика. Обидевшись, читатель дождался Томаса у реки и сбросил его в воду. Аль выплыл только благодаря умению хорошо плавать.

Другой случай, происшедший с 2-летним ребёнком, который забрался на рельсы, сделал Томаса популярным человеком в своём городе. Эль спас малыша, выхватив его практически из-под колёс поезда. Такое благородство не было оставлено без внимания. Отец спасённого ребёнка научил его работать с телеграфной машиной. Овладев профессией, Эдисон к 16 годам становится телеграфистом в железнодорожной конторе. Его жалование 25 \$ и доплата за работу ночью, которую он предпочитал дневной. Ведь ночью он мог читать, ставить опыты, изобретать и даже спать. Никто не нарушал его уединения. Однако, предвидя такую возможность, хозяин требовал, чтобы два раза в час работник передавал заданное слово по телеграфу. Так он был спокоен, что работник на месте. Это подвигло Томаса к созданию некоего подобия автоответчика за счёт интеграции колёсика с азбукой Морзе. Своевременно исполняя требования собственника, Томас, таким образом, не отвлекался от занятий, которые для него были более значимы.

Как многие гениальные люди, Томас был человеком рассеянным: увлёкшись, задумавшись, мог не заметить и пропустить очень важные детали. Так однажды и случилось, когда по его невниманию чуть не произошло крушение поездов. Только чудо спасло составы от столкновения, которое могло привести к многочисленным жертвам. Из-за этого случая юношу с громким скандалом уволили.

Когда-то ранее подобная рассеянность, «уход в себя» привёл к несчастному случаю с его товарищем. Тот утонул, а Томас не заметил. Очнувшись

от своих мыслей, решил, что товарищ ушёл домой. Невнимательного Томаса обвинили в несчастном случае.

Каждое из такого рода событий, случавшееся в его жизни с определённой периодичностью, оставляли глубокий след в душе Томаса. Уже в 1867 году из-за своей неосторожности он вновь теряет работу. В этот период он трудится телеграфистом в Луисвилле на компанию Associated Press. Для своих химических экспериментов на рабочем месте держит серную кислоту в банке, которую по неосторожности разбивает, нанеся колоссальный ущерб ценному имуществу фирмы, расположенной этажом ниже.



Спустя более полувека Эдисон, вспоминая о целой череде негативных событий, которые с ним происходили постоянно, и которых было гораздо больше, чем мы затрагиваем в этой статье, говорит: «Уж каких-каких злоключений не пережил я, начиная от ранней юности и до глубокой старости, а никогда не был в таком отчаянии, как тогда, когда лишился своей первой лаборатории».

Основной вид деятельности, которым занимался Томас, ему не нравился. Рутинная работа не привлекала, была ему скучна и неинтересна. Он искал себя в творческой изобретательности. Внутренняя неудовлетворённость тем, чем Томас занимался, привела в 1869-м году его в Нью-Йорк, где он рассчитывал найти постоянное место. В одной из фирм он застал хозяина, ремонтирующего аппарат для отправки отчётов о курсе золота и ценных бумаг. Эдисон взялся за ремонт аппарата, быстро справился с неполадкой и получил очередное место телеграфиста. В процессе работы Томас совершенствует конструкцию устройства, и вся контора начинает работать на его обновлённых машинах.

А через год руководитель фирмы Gold and Stock Telegraph Company предлагает выкупить эту разработку Эдисона и выписывает ему чек на 40 000\$.

От восторга и страха за свалившееся на него богатство, Томас всю ночь не спал, охраняя наличные деньги. Успокоился на следующий день, открыв первый свой счёт в банке.

Перебравшись в город Ньюарк штата Нью-Джерси, Аль открывает мастерскую, где налаживает выпуск тиккерных устройств — аппаратов для передачи телеграфным либо телексным способом текущих котировок акций — «Универсальный тиккерный аппарат». С фирмами заключает договоры о поставке и ремонте аппаратов, нанимает большой штат сотрудников. Родным Томас в письмах сообщает: «... я стал теперь тем, что вы, демократы, называете «раздувшийся восточный предприниматель». Генри Форд в образе шерифа». К этому периоду юноше исполняется 23 года.

В 1874 Western Union приобретает изобретение Томаса — 4-канальный телеграф — квадруплекс, который позволяет передавать по 2 сообщения в двух направлениях. Сам принцип, кстати,

был сформулирован ранее, но только Эдисон доработал и внедрил изобретение, которое принесло компании ежегодную экономию в полмиллиона долларов.



Тиккерный аппарат

## ВОЛШЕБНИК МЕНЛО-ПАРКА

На полученные за квадруплекс средства Эдисон строит лабораторию в городе Менло-Парк и в 1876 году открывает научно-исследовательский центр, в последующее 10-летие постоянно его модернизирует и расширяет. Стратегия всей деятельности в области изобретательства и внедрения изобретений продекларирована известным его высказыванием: «Я понял, что нужно миру. Хорошо, я это изобрету». И действительно, работать без отдачи было не в его правилах. В 22 года он получил первый свой патент. С тех пор каждые 10 дней патентовал мелкие, а каждые полгода более значимые изобретения. Все разработки в лаборатории велись в режиме жесточайшей секретности, а сами работы практически в круглосуточном режиме.



Фонограф Эдисона

Эдисон был неизлечимым «трудоголиком» в полном смысле этого слова, работать мог сутками, забывая обо всем, и получал от работы колоссальное наслаждение. За работой даже не вспомнил о первой брачной ночи, оставив свою первую жену почивать одну. На личную жизнь времени особо не тратил. Однажды проработал 2,5 суток без перерыва, отсыпался потом трое суток подряд, сетуя на потерянное время. Эдисон просто и честно делал своё дело, воплощая идеи в жизнь, да и команду соратников подбирал себе под стать. Его коллеги были такими же одержимыми. Шквал инноваций и разработок, секретность предприятия, да и сам Эдисон, как личность, будоражили и восхищали население этого небольшого городка, в котором Томаса называли «волшебник Менло-Парка».

«Если бы Эдисону понадобилось найти иголку в стоге сена, он не стал бы терять времени на то, чтобы определить наиболее вероятное место её нахождения. Он немедленно с лихорадочным прилежанием пчелы начал бы осматривать соломинку за соломинкой, пока не нашёл бы предмета своих поисков. Его методы крайне неэффективны: он может затратить огромное количество времени и энергии и не достигнуть ничего, если только ему не

поможет счастливая случайность. Вначале я с печалью наблюдал за его деятельностью, понимая, что небольшие теоретические знания и вычисления сэкономили бы ему тридцать процентов труда. Но он питал неподдельное презрение к книжному образованию и математическим знаниям, доверяясь всецело своему чутью изобретателя и здравому смыслу американца», — так отзывался об Эдисоне Никола Тесла.

В 1877 Томас изобретает фонограф — первый аппарат для воспроизведения и записи звука. Демонстрация прибора происходит в Белом доме и во Французской академии наук. «Говорящая машина», умеющая воспроизводить «благородный голос человека», восхитила всех. Весть об изобретении разошлась по миру.

Кстати, именно благодаря этой разработке, мы можем услышать живую речь Льва Толстого. Однажды писатель, услышав о чуде, заказал себе аппарат, в ответ получил посылку с гравировкой «Подарок графу Льву Толстому от Томаса Альва Эдисона». Таким способом Эдисон выразил своё почтение к творчеству писателя, с которым, несомненно, был хорошо знаком.

*Продолжение — в следующем номере!*



Светосервис  
Ставрополье



БООС ЛАЙТИНГ ГРУПП



[www.bl-g.ru](http://www.bl-g.ru)

[www.svetoservis.ru](http://www.svetoservis.ru)

Свет так привычен, что его не замечаем.  
Но если вдруг погаснут все огни,  
Поймём, как много в этой жизни потеряем...



ООО «СВЕТОСЕРВИС-СТАВРОПОЛЬЕ»  
357500, г. Пятигорск, проезд Суворовский 1И,  
стр.1, помещение 6

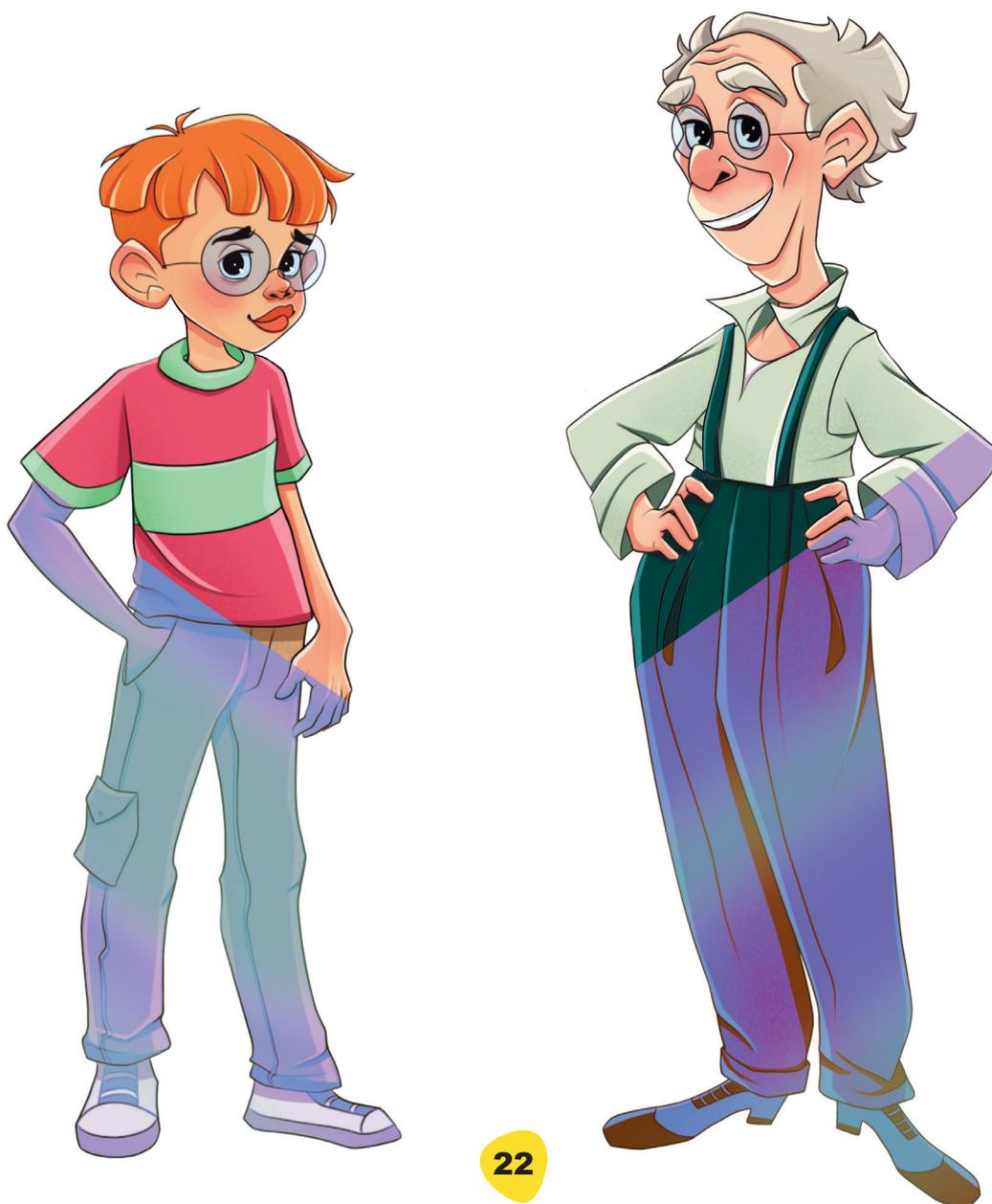


+7 (8793) 38-33-71

# МИР ГЛАЗАМИ ЖИВОТНЫХ

В предыдущих номерах нашего журнала мы подробно рассмотрели важнейший вопрос зрительного восприятия человека. Исследования в этой области позволяют разрабатывать эффективные световые решения, развивать медицину органа зрения и повышать качество нашей жизни. Не можем мы обойти стороной и вопрос зрительного восприятия животных. Это интересная и увлекательная тема, позволяющая понять окружающий нас мир и стать ближе к «братьям нашим меньшим». В этой статье аспирант кафедры «Светотехника» НИУ МЭИ расскажет об отличиях в строении зрительной системы животных и восприятии ими окружающего мира. После прочтения статьи ты легко сможешь ответить на вопросы:

- Почему так сложно гоняться за мухами?
- Кому кланяются голуби?
- Почему кролик может не принимать вашу сладкую морковку, и как его правильно кормить?
- Почему на фотографиях кошек цвет глаз отличается от реального?





## ЭВОЛЮЦИЯ ОРГАНА ЗРЕНИЯ – СЫН ЗА ОТЦА НЕ ОТВЕЧАЕТ – ИСТОРИЯ ДЛИННОЮ В ВЕЧНОСТЬ

**Е**стественный отбор — главная движущая сила эволюции. Более приспособленные особи выживают, а менее развитые организмы заканчивают своё существование. Развитая зрительная система является решающим фактором превосходства одних живых организмов над другими. На рисунке 1 представлена схема развития органа зрения живых организмов, описанная ниже.

Во времена, когда обитатели земли представляли из себя простейшие организмы, зрительная задача сводилась к различению более светлых и более тёмных участков пространства. К световым раздражениям чувствительна практически любая

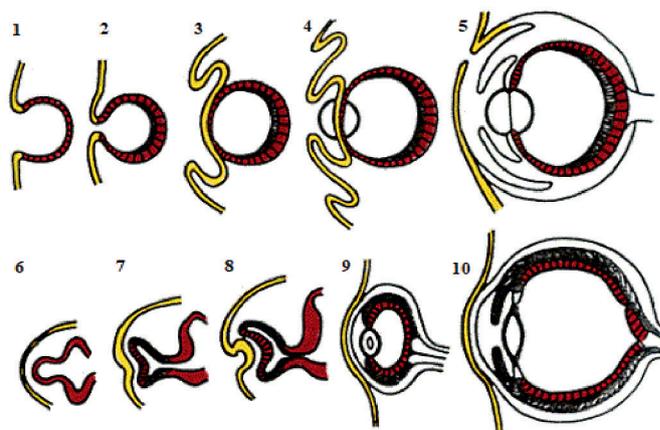


Рисунок 1. Структурная схема развития органа зрения

простейшая клетка, поэтому не обязательно было иметь специальные органы.

С появлением более сложных многоклеточных видов меняется и система зрительного восприятия, совершенствуются светочувствительные органы

зрения. Отдельные клетки становятся похожими на пигментные пятна или небольшие впадины. Их специализацией становится фоточувствительность — реакция на воздействие солнечного света. Они начинают располагаться на определённых частях туловища обитателей животного мира, и те получают возможность не только определять наличие и отсутствие света, но и реагировать на его расположение, удалённость. Подобная система зрительного восприятия до сих пор сохранилась у некоторых обитателей водного мира, например, у подвижных медуз (рисунок 2).



Рисунок 2. Подвижная медуза

Последующее усложнение зрительной задачи (наземным животным потребовалось не только определять расположение источника света, но и ориентироваться в пространстве, отличать опасных живых организмов от себе подобных и находить пропитание) приводит к существенному изменению строения органа зрения. При сращивании краёв зрительных ямок возникает пузырчатый глаз, в пузырчатых глазах формируется светопреломля-

ющий орган — хрусталик. Светочувствительный орган получает возможность формировать изображение на световоспринимающей поверхности, которая в свою очередь формируется из тканей, похожих на ткани коры головного мозга.

Таким образом, в ходе эволюции параллельно происходят два процесса, определяющие будущую возможность зрительного восприятия:

- Формируется оптическая система глаза для возможности формирования изображения на его задней стороне;
- Формируются и развиваются рецепторы, связанные по зрительному каналу с головным мозгом. Они отвечают за передачу оптического сигнала для последующей обработки.

В зависимости от среды обитания и общего развития представителей животного мира их оптическая система продолжает развиваться, адаптируясь к условиям глубины и водяного давления или получая возможность фокусировать взгляд на большом расстоянии. Размер, внешняя оболочка и зрительная способность у разных животных существенно отличаются.

## ВИДИМЫЕ ОТЛИЧИЯ

Человек, безусловно, является наиболее развитой формой жизни на Земле. Мы способны анализировать информацию, полученную нашими органами чувств, и осмысленно делать выводы на основе знаний, а не природных инстинктов. При этом мы не оставляем мечты о приобретении супер способностей: регенерации отдельных тканей и частей тела; нюха, как у собаки; глаза, как у орла... Действительно, отдельные органы чувств человека куда менее развиты, чем у многих представителей животного мира, и зрение тут не исключение.

Процесс зрительного восприятия человека можно упрощённо представить в виде схемы (рисунок 3). Изображение посредством оптического аппарата формируется на задней стенке глаза и передаётся в кору головного мозга. Обработанное изображение даёт представление об окружающем пространстве. При этом у нас формируется единая картина на основе бинокулярного зрения\* (оба

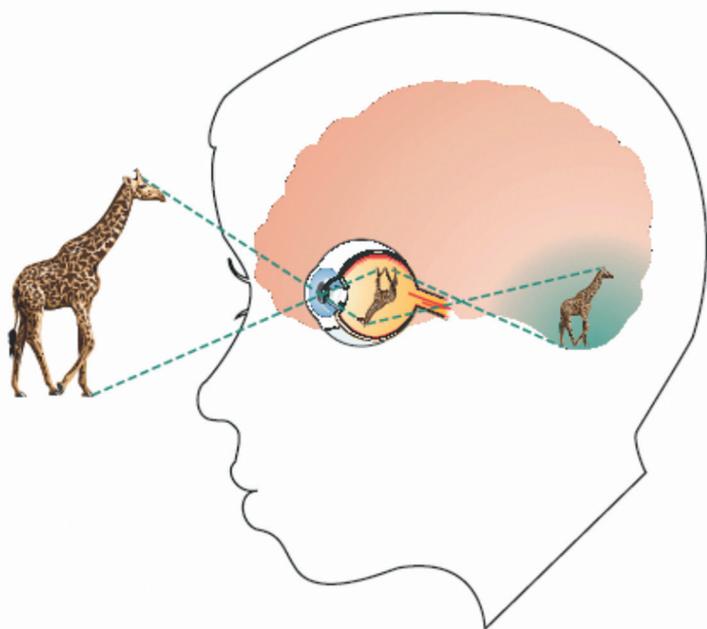


Рисунок 3. Процесс зрительного восприятия человека



Рисунок 4. Морская звезда в естественной среде обитания

глаза задействованы в процессе зрительного восприятия).

Лучшее зрительное восприятие некоторых животных относительно человека связано с иным строением оптической системы глаз, их расположением, размером, фоточувствительностью и даже их количеством.

Дождевые черви, например, имеют сотни крошечных светочувствительных клеток, расположенных возле головы и хвоста. Похожая зрительная система у гусениц, пиявок и медуз. Их зрение способствует выбору наиболее благоприятного места для существования. Способность защищаться от опасностей внешней среды возложена на другие механизмы — окрас туловища, возможность перемещения, регенерации и прочие.

У большинства хорошо знакомых нам животных всего два глаза, но некоторые представители фауны обзавелись несколькими зрительными органами, причину возникновения которых и их функционал учёные до сих пор не понимают окончательно. У пауков может быть 8 глаз, у ящериц 3, а у морской звезды по одному глазу на каждый луч, что для некоторых видов означает возможность иметь до 40 органов зрения (рисунок 4).

Еще более загадочными представляются животные с разными глазами. У кузнечиков два глаза расположены по бокам головы, есть глаз на середине лба и ещё два за усиками (рисунок 5).



Рисунок 5. Кузнечик на листе

У некоторых насекомых и ракообразных (мухи, осы, пчёлы) глаза состоят из множества небольших сетчатых структур, называемых омматидиями. Сами глаза называют «фасеточными» (от слова «facet» — грань). Ранее считалось, что каждая такая омматидия, представляющая собой вытянутый конус, сходящийся в центре органа зрения (рисунок 6), пропускает отдельное изображение, и через зрительный нерв сотни картинок обрабатываются мозгом мухи.

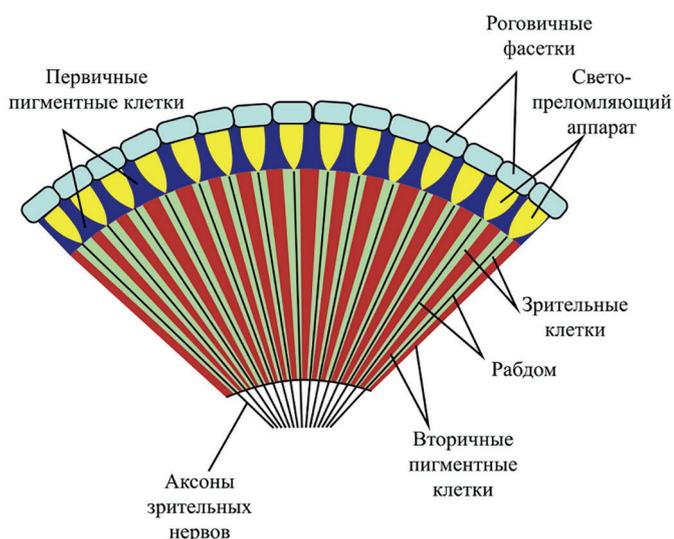


Рисунок 6. Схематичное строение фасеточного глаза в разрезе

Сейчас принята версия, что изображения от каждого сетчатого элемента обрабатываются в единую картину. Таким образом, насекомые получают возможность видеть мир под более широким углом, чем человек (рисунок 7). Несмотря на сниженное качество такого изображения, его вполне хватает.



Рисунок 7. Как мухи видят мир в сравнении с человеком

Тем более мухи видят мир как бы в замедленной съемке. Это связано с ускоренным метаболизмом за счёт их небольшого размера. Оказывается, от этого напрямую зависит восприятие времени. Похожая структура глаза встречается и у нелетающих насекомых. Так у муравья на каждый глаз приходится порядка сотни омматидий, а у комнатной мухи их около 2000.

Когда доктор Майкл Лэнд разобрался в строении органа зрения гребешка, его ликование не было предела. Гребешок живёт в океане внутри раковины (рисунок 8). По краю раковины расположены от 50 до 100 крошечных глазков, каждый из которых имеет на задней поверхности структуру, похожую на зеркало. Свет, попадающий в глаза гребешку, отражается от задней части и рассеивается в глазной среде. При изучении этого вопроса Майкл буквально увидел своё перевёрнутое изображение в глазах гребешка и был поражён увиденным.



Рисунок 8. Гребешок на дне

Строение и принцип формирования изображения в органах зрения крупных млекопитающих схожи с человеческими. Однако строение зрительной системы каждой особи имеет ряд особенностей, которые дают преимущества в привычной среде обитания, позволяют охотиться или скрываться от хищников.

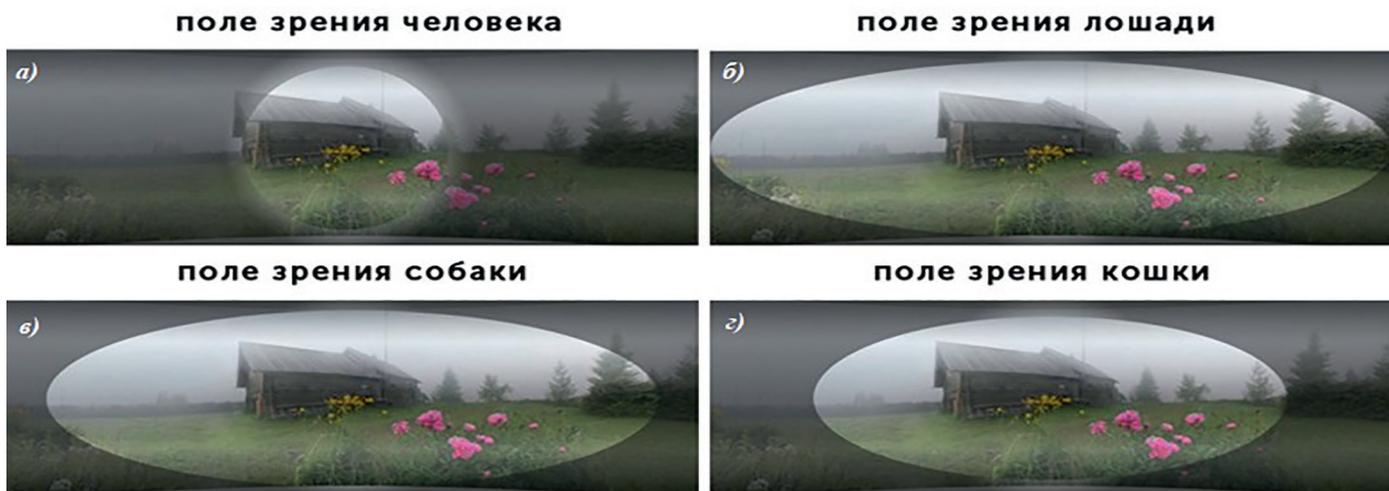


Рисунок 9. Поле зрения разных представителей животного мира

## КУДА ВЫ СМОТРИТЕ?

Любая физиологическая особенность строения зрительного аппарата влияет на формирование изображения.

У человека глаза достаточно небольшого размера относительно общего габарита тела, близко расположены друг к другу. Суммарное поле зрения ограничивается углом в 180 градусов, но за счёт поворота головы мы можем обнаружить препятствие сбоку (рисунок 9а). Совсем иное расположение органов зрения встречается в природе.

Козодой, забавная птица с удивительно выразительными глазами, обладает огромными в сравнении с размерами головы глазами (рисунок 10). Они расположены практически на противоположных сторонах головы, что обеспечивает видимость всего окружающего пространства почти на 360 градусов. Без дополнительного поворота головы птица способна различить опасность и избежать её. Подобным умением наделены практически все представители насекомоядных и травоядных пернатых. Надо сказать, что это ключевая особенность птиц — они обладают самыми большими в сравнении с размерами туловища глазами. Это помогает ориентироваться в полёте и моментально замечать препятствия.

Помимо этого птицы обзавелись зрением с высокой разрешающей способностью. Голубь, сидящий на проводах высоковольтной линии, способен сфокусироваться на самые мелкие трещины



Рисунок 10. Козодой обыкновенный

в покрытии дороги, чтобы разглядеть возможную пищу (рисунок 11). Кстати, ещё одна интересная особенность жизни голубя связана с его зрительными возможностями. Я думаю, вы замечали, что при ходьбе голуби постоянно наклоняют свою голову вперёд. Существуют разные теории, объясняющие это явление. Некоторые носят народный характер, а какие-то стали результатом исследования учёных.

Согласно одной из версий, голубь не имеет возможности быстро фокусироваться на окружающих предметах, как это делает человек. Поэтому прежде чем сделать шаг, голубь переносит голову и меняет точку обзора, чтобы акцентировать внимание на возможной опасности. Другая теория,

которая к слову лишь дополняет первую, связана с необходимостью стабилизации туловища птицы при ходьбе. Человек для этой цели использует руки, а голуби научились использовать движения головой. Вторая версия подтверждается через наблюдения за другими видами птиц, которые тоже используют этот инструмент, но их движения более плавные и незаметные. Учёные даже проводили занимательный эксперимент: голубей учили ходить на беговой дорожке, и когда скорость движения дорожки совпадала со скоростью перемещения голубя, его голова оставалась неподвижной, т.к. туловище не меняло положение в пространстве.



Рисунок 11. Зрение голубя в сравнении со зрением человека

Птицы-охотники обладают сверхострым зрением, а для нацеливания на добычу используют поворот головы (рисунок 12). В то же время они практически лишены возможности видеть, что происходит позади, так как в естественной среде обитания орлы, соколы и ястребы практически лишены естественных угроз. Исключением можно считать сову. Её глаза имеют совсем иное расположение. Они слегка утоплены, а круговое зрение



Рисунок 12. Зрение орла в сравнении со зрением человека

обеспечивается за счёт возможности поворота головы практически на 360 градусов без изменения положения тела в пространстве.

Для улучшения восприятия окружающего мира паукообразным помогает не только расположение глаз, но и их количество. Так у паука-скакуна (рисунок 13), одного из самых развитых пауков-охотников, 8 глаз расположены в три ряда. Он обладает совершенным стереоскопическим зрением, а передняя пара глаз подобно биноклю даёт увеличенное изображение. Такой зрительный аппарат является идеальным инструментом, позволяет выполнять прыжки, которые пауки применяют для охоты и передвижения.

Глаза стрекозы покрывают практически всю её голову. Они, как и у мухи, состоят из множества фасеток, только их количество может достигать 30 000 штук. Это обеспечивает практически панорамное зрение на 360 градусов.

У самого трусливого, по словам древних сказочников, животного — кролика — глаза расположены по бокам головы. Его угол зрения достаточно широк, почти 360 градусов. Это также способствует отличной ориентации и быстрому передвижению в пространстве, помогает обнаружить опасность. Однако прямо перед кроликом имеется слепое пятно порядка 10 градусов. Если вы будете давать ему сладкую морковь перед самым носом, он может не увидеть её и отказаться от лакомства. Аналогичным образом глаза расположены у лошади и жирафа. К слову, у лошадей самые большие глаза по размеру среди млекопитающих.



Рисунок 13. Паук-скакун

Коровы также обладают панорамным зрением и могут воспринимать окружающий мир без дополнительного поворота головы. Помимо этого коровы воспринимают мир слегка в увеличенном размере. Поэтому они боятся, когда к ним подходят очень близко.

У хамелеона основным средством для ориентации в пространстве и обнаружения добычи является зрение. В центре века располагается небольшое отверстие для зрачка, но практически весь глаз скрыт под кожей. Движения глаз у хамелеонов совершенно независимы друг от друга, при этом глаза могут поворачиваться на 180 градусов — эта способность позволяет хамелеону одновременно смотреть в разные стороны, не меняя положения головы в пространстве (рисунок 14).



Рисунок 14. Как видит хамелеон в сравнении с человеком

Похожим образом устроено зрительное восприятие крыс. Вдобавок они, как и мухи, видят мир слегка в замедленной съёмке. А вот лягушки близоруки, но обладают отличной видимостью движущихся объектов. Поэтому, если добыча будет располагаться очень близко к лягушке, но без движения, та не сможет её поймать. При этом глаза лягушки выполняют дополнительную функцию: ими лягушки проталкивают пищу в пищеварительную систему.

## ЦВЕТНОЕ И НОЧНОЕ ЗРЕНИЕ ЖИВОТНЫХ

Если говорить о восприятии цветных объектов, то важно знать некоторые особенности:

1. Цвет любого предмета — это не его статическое свойство. Излучение попадает на поверхность, частично отражается, частично поглощается или пропускается. Отражённый свет попадает в глаз человека или животного и фокусируется на рецепторах;

2. От количества рецепторов и их реакции на цветное излучение зависит восприятие цвета окружающих объектов.

Особенности формирования цветного и ночного зрения животных, безусловно, связаны с образом жизни и физиологическими потребностями. Важную роль играет среда обитания живых существ, наличие пищи и окружающие опасности. В период существования динозавров большинство млекопитающих стремились вести ночной образ жизни и прятались днём. Именно поэтому многие животные обладают хорошей способностью видеть при очень низких уровнях освещённости.

Но прежде всего такая опция необходима всем глубоководным животным и рыбам. Их зрение отличается в зависимости от глубины обитания. Рыбы способны различать красные, зелёные и синие оттенки цвета, а также воспринимать ультрафиолетовое излучение (рисунок 15). Зрение у рыб достаточно чёткое, хрусталик надёжно защищён прочной роговой оболочкой, способной выдерживать давление воды. Некоторые морские обитатели, как моллюски, вообще не могут определить форму и размер объекта, а способны реагировать только на движение.

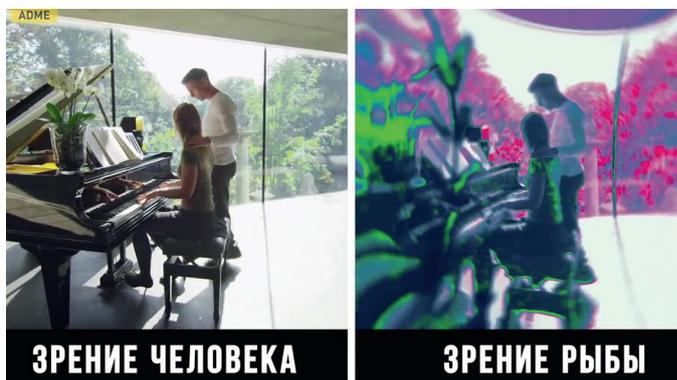


Рисунок 15. Зрение рыбы в сравнении с человеком

Принято считать, что акулы не обладают способностью различать цвета. Однако у них отличная

разрешительная способность и высокое качество изображения. Это даёт им существенное преимущество при поиске пищи.

Говоря о восприятии цвета, стоит отдельно акцентировать внимание на способности некоторых животных отличать ультрафиолетовое излучение. Оно в достаточном количестве поступает на поверхность Земли и оказывает разное воздействие на живые организмы. Очень часто взаимодействие УФ-излучения с окружающими предметами способствует ориентации животных в пространстве.

Исследуя зрительное восприятие пчелы (у неё схожее со многими насекомыми фасетчатое строение глаз), учёные пришли к выводу, что она воспринимает и различает цвета. Это абсолютно логично, ведь цветы используют яркую раскраску именно для того, чтобы привлекать насекомых-опылителей. Однако это восприятие искажено. Пчёлы слепы на красный цвет, не способны отличить синий от фиолетового или жёлтый от оранжевого. У них проявляется способность отличать отдельные цвета в узких областях зелёно-синего спектрального диапазона. Пчёлы, как и многие другие насекомые, способны отличить насыщенные оттенки вышперечисленных цветов от серого или чёрного. Но помимо этого пчёлы восприимчивы и к ультрафиолетовому свету. Это позволяет им среди прочих выделять цветки мака красного цвета. Если обычные цветы красного цвета для пчелы будут выглядеть синими, то цветы мака окрасятся в ультрафиолетовый цвет, не видимый глазу человека (рисунок 16).



Рисунок 16. Зрение пчелы в сравнении с человеком

Там, где не справляются насекомые, им помогают птицы. Они берут на себя функцию опылителей цветов и в то же время охотятся на насекомых. Помимо сумасшедшей разрешительной способности глаза птиц обладают дополнительным фоторецептором, позволяющим распознавать излучение в ультрафиолетовом диапазоне длин волн. Это очень хорошо позволяет хищникам выслеживать добычу, так как моча животных буквально светится под воздействием коротковолнового излучения. Некоторые птицы ведут дневной образ жизни, так как им требуется большое количество света для охоты (орлы, соколы и ястребы).

А вот совы, напротив, хорошо ориентируются в темноте благодаря иному строению глаз и отменному слуху. Они практически бесшумно летают и очень чутко прислушиваются к посторонним звукам. Глаза у сов глубоко посажены и практически не совершают движения. Они большие и бездонные, отчего взгляд совы кажется холодным и равнодушным (рисунок 17).



Рисунок 17. Сова

Вообще многие животные имеют способность хорошо ориентироваться в темноте. Мы привыкли, что собаки практически повторяют распорядок дня своего хозяина. Они приучаются спать вместе с ним, однако бездомные собаки способны вести активный ночной образ жизни и добывать себе пищу при малом освещении. Долгое время считалось, что собаки не различают цвета, но это не



Рисунок 18. Как видит мир собака в сравнении с человеком



Рисунок 20. Ночное зрение геккона (б) в сравнении с человеком (а)

совсем так. У собак есть два чувствительных фоторецептора, которые позволяют им воспринимать мир в оттенках жёлтого и синего цвета (рисунок 18).

Другие домашние любимцы — известные охотники и любители гулять по ночам. Речь, конечно же, о кошках. Задняя сторона кошачьего глаза покрыта светоотражающими элементами, позволяющими перенаправлять свет обратно в глазные среды, что и обеспечивает кошкам хорошую видимость в ночное время. Именно поэтому нам кажется, что у кошек глаза светятся в темноте, а на

фотографиях у них искажается цвет глаз. При этом кошки не различают красный и зелёный оттенки, а их поле зрения шире нашего, что позволяет им видеть по бокам. Стоит отметить, что кошки всегда лучше ориентируются при слабом освещении, чем днём (рисунок 19).

Более экзотические представители ночных охотников, таких как гекконы, вообще не знают различий между днём и ночью. Их цветное зрение в тысячи раз более чувствительно, чем зрение человека (рисунок 20).

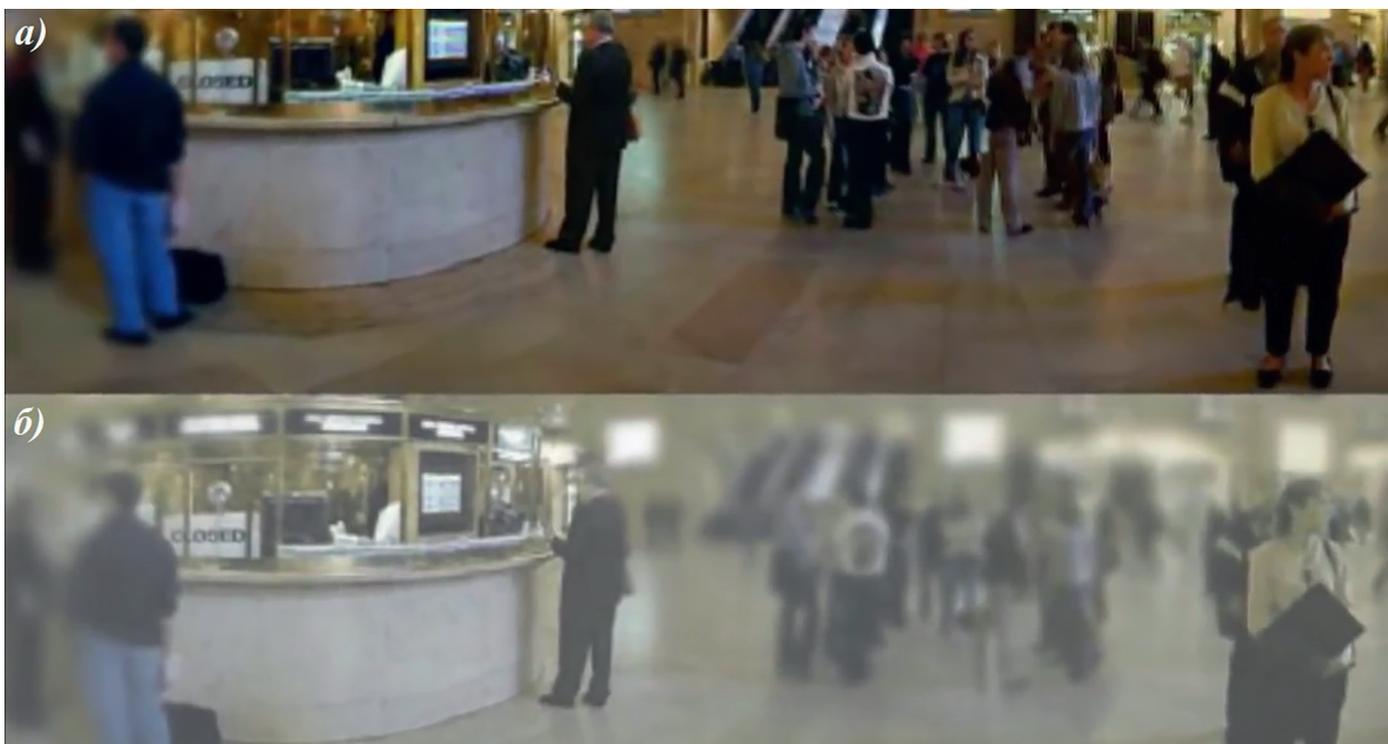


Рисунок 19. Зрение кошки (б) в сравнении со зрением человека (а)

Представители крупнорогатого скота (коровы и лошади) имеют меньше чувствительных фоторецепторов. Коровы не распознают зелёный и красный, а мир видят в серо-жёлтом цвете. Лошади видят всего два цвета: синий и зелёный. На тренировках наездников препятствия стараются красить яркими насыщенными цветами, чтобы они были хорошо отличимыми от поверхности земли.

Некоторые живые создания, вроде змей, совсем не видят цветов. Большую часть своей жизни они проводят на земле, и у них есть простые небольшие глаза, позволяющие различать лишь свет и тьму. Но те змеи, кто является охотником, обладают отличным зрением и восприятием, а на голове у них расположены другие светочувствительные органы, восприимчивые к инфракрасному излучению. Таким образом, змея способна идентифицировать добычу по теплу, излучаемому ее телом (рисунок 21).

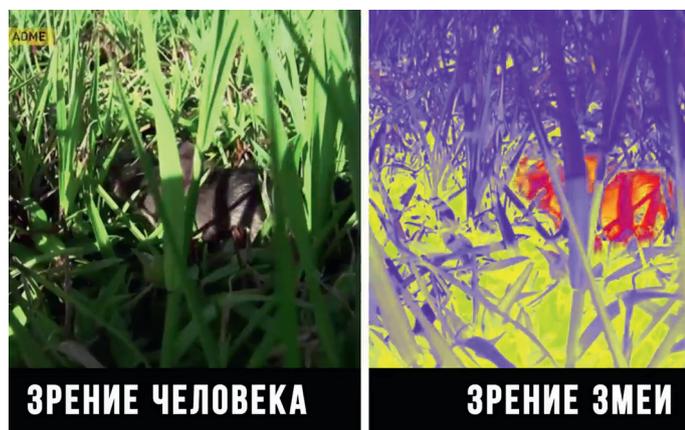


Рисунок 21. Зрение змеи в сравнении с человеком

## — ЗАЧЕМ ВЫ ПОДСМАТРИВАЕТЕ? — ДА НЕТ, Я ПОДСЛУШИВАЮ

На примере змеи хорошо видно, что недостаток зрительной системы скомпенсирован способностью распознавать тепло. Подобных примеров развития дополнительных навыков, помогающих в охоте и существовании, у животных хватает.

Все мы прекрасно знаем про отличный нюх

у собак. Он, безусловно, служит для ориентации собак в пространстве, помогает в поиске пищи и безопасного места. Акулы, будучи отличными охотниками, обладают не самой развитой зрительной системой, но учёные до сих пор изучают феномен их мировосприятия и склоняются к мнению, что акулы обладают отличным обонянием и способны очень точно воспринимать малейшие колебания воды, а крохотные усики на туловище акулы помогают улавливать мельчайшие электрические импульсы. Таким образом, акула может очень точно определять местонахождение жертвы вне поля зрения.

Слух для животных во многом также помогает ориентироваться в пространстве и избегать опасностей. При этом органы слуха у животных могут существенно отличаться по строению и форме от человеческого. Комары используют усики, чтобы улавливать слышимые вибрации. В них содержится порядка 15-16 тысяч звуковых клеток, находящихся в постоянном движении для усиления звуковых волн. У тропического кузнечика уши расположены на коленях. Через них звуковые волны попадают в отверстие, заполненное жидкостью, которая прикрывает сенсорные нейроны, улавливающие звук.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Почему вообще нам так важно понимать принципы зрения животных? Это стало особенно важно, когда человек научился жить в гармонии с природой и пользоваться её богатствами. Человек приручил диких зверей, начал не только питаться мясом, но и использовать умения и навыки зверей. Понимание восприятия мира животными даёт возможность человеку дрессировать их, выполнять важную работу или просто дружить с ними.

Ветеринары могут помочь нашим любимцам, только обладая достаточными знаниями о строении и принципе работы органов животных. Но работа в этом направлении продолжается и по сей день, так как человек не оставляет надежды расширить собственные возможности и воспользоваться умениями животных для лечения недугов и заболеваний.



Светосервис  
Кубань



БООС ЛАЙТИНГ ГРУПП

[www.bl-g.ru](http://www.bl-g.ru)

[www.svetoservis.ru](http://www.svetoservis.ru)

Величие города — СВЕТ!  
Так бы сказал поэт.  
Мы утверждаем:  
СВЕТ — вершина любых побед!



ООО «СВЕТОСЕРВИС-КУБАНЬ»  
350000, г. Краснодар, ул. Северная, 324М, эт. 15



+7 (861) 274-98-93

# ИНОЙ ВЗГЛЯД НА ЦВЕТНОЙ МИР

Задумывались ли вы, дорогие читатели, что было бы, если бы вы видели мир только чёрно-белым? Или, например, видели бы только часть цветов? Но, к сожалению, такое действительно может случиться с людьми. В светотехнике людей с нарушением цветовосприятия называют цветоаномалами. Давайте разберёмся, почему часть людей могут не видеть какие-то цвета или вовсе не различать их. А помогут нам в этом преподаватель кафедры «Светотехника» НИУ МЭИ Рыбина Виктория и студент кафедры «Светотехника» НИУ МЭИ Козлов Егор.



**Для начала следует разобраться, почему же мы вообще видим цвета?**

Про устройство человеческого глаза мы подробно рассказывали в предыдущих номерах журнала, однако следует повторить, что в сетчатке глаза есть фоторецепторы — светочувствительные клетки, которые предназначены для приёма извне, обработки, хранения и вывода информации с помощью электрических и химических сигналов. В человеческом глазу к фоторецепторам можно отнести 3 вида колбочек (каждый тип возбуждается излучением определённой длины волны), которые отвечают за дневное зрение, и палочки, которые отвечают за ночное зрение. Иначе говоря, ночью мы видим благодаря палочкам, они сильнее реагируют на свет, чем колбочки, так как их чувствительность в 3 раза больше. Но в условиях дневного зрения в дело вступают колбочки. Они-то как раз и помогают человеку различать цвета.

**Но как учёные поняли, что колбочек 3 типа, и почему важно учитывать это, когда речь идёт о цветоаномалах?**

Всё началось с эксперимента Ньютона по разложению белого света на его составляющие. Он выяснил, что белый цвет состоит из 7 основных цветов (рисунок 1).

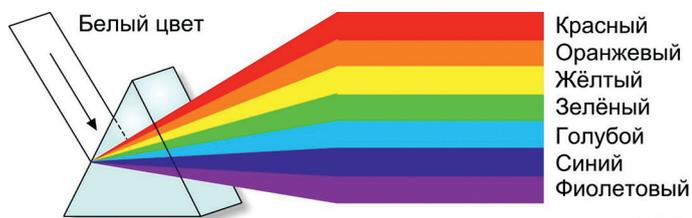


Рисунок 1. Состав белого цвета из опыта Ньютона

Также важны были опыты Ньютона по интерференции, позволившие впервые получить связь между цветом и длиной волны (рисунок 2). Обобщив, можно сказать, что каждый основной цвет имеет свою длину волны.

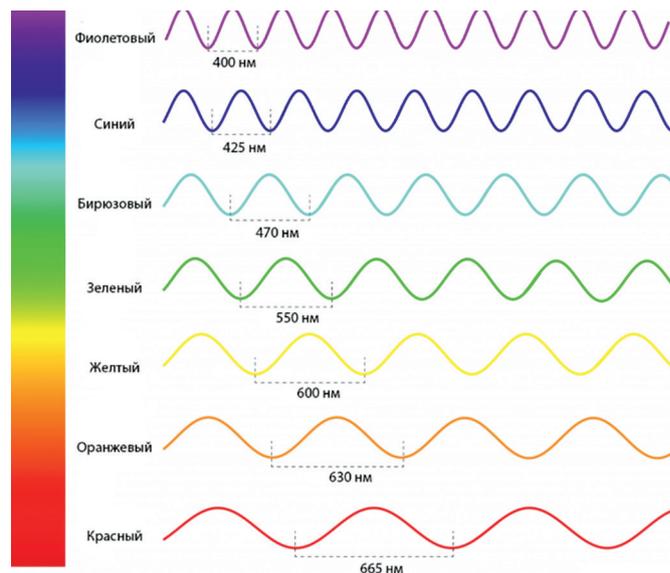


Рисунок 2. Основные цвета и их длины волн

После этих открытий уже могли возникнуть хоть сколько-нибудь обоснованные представления о механизме цветового зрения человека. Следующий важный шаг в изучении цветового зрения совершил учёный Томас Юнг. Он ввёл понятие о трёх основных цветах и простым опытом показал, как их смешением можно получить другие цвета (рисунок 3). Юнг взял три светильника, в каждый из которых был вставлен светофильтр: красный, зелёный, синий. Светильники были направлены на белый экран, и в результате получилось, что перекрытием изображений трёх светильников получился белый цвет. Смешение красного и синего давали пурпурный цвет, зелёного и красного — жёлтый, зелёного и синего — голубой.

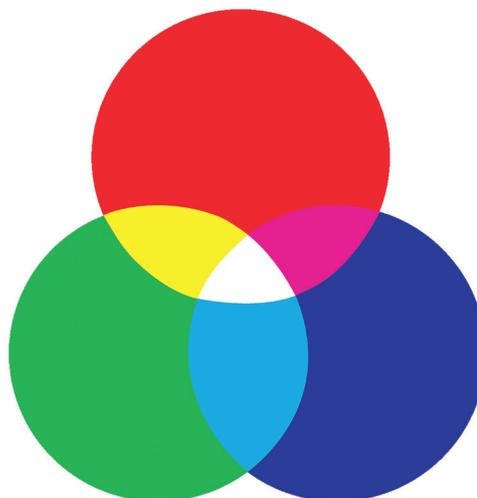


Рисунок 3. Опыт Юнга с тремя светильниками

Юнгу стало ясно, что трёхкомпонентность цвета нельзя объяснить физической природой света. Значит, она зависит от свойств человеческого зрения. Юнг пришёл к выводу, что глаз имеет три приёмника с различными чувствительностями к разным областям спектра. Суммирование степени их возбуждения даёт ощущение того или иного цвета.

Экспериментальное доказательство теории трёхкомпонентного зрения получила в XX веке. Две группы исследователей смогли на основе полученных ими данных из спектрофотометрических экспериментов окончательно подтвердить, что колбочек всё-таки 3 типа.

**Мы с вами выяснили, что такое колбочки, как учёные поняли, что их именно 3 типа.**

**Почему же это важно учитывать, говоря о цветоаномалах?**

Дело в том, что из-за нарушений в работе колбочек у людей появляются проблемы с цветовым зрением (рисунок 4). Существуют разные случаи проявления проблем с цветовым зрением, в светотехнике им дали следующие названия:

- Состояние зрения, при котором совсем не работает один из типов колбочек, называется дихромазией.\* Люди с такой особенностью различают только два основных цвета;

- Человек, у которого работают все три типа колбочек, называется трихроматом\*;

- Случай, при котором человек совсем не различает цветов, называется монохромазией\*. При этом у человека работают только палочки, а также понижена острота зрения;

- Существуют люди, у которых работают все три типа колбочек, но один из них ослаблен, и представление о цветах оказывается искажённым. Такие люди не признают цветовых равенств, установленных трихроматами, но различие цветов по спектру у них сохранено. Таких людей называют цветоаномалами\*: протаномалами\* (краснослепые), дейтераномалами\* (зелёнослепые), тританомалами\* (синеслепые или жёлтослепые) (рисунок 5). Под цветовым равенством имеется в виду эксперимент, где наблюдатель с помощью двух полей сравнения, одно из которых постоянно по цвету, а другое изменяет по длине волны сам наблюдатель, устанавливает равенство по цвету.



Рисунок 4. Как видят цвета люди с нормальным зрением и цветоаномалы



Рисунок 5. Моделирование восприятия цветов дихроматами: А – Оригинальные картины Хоакина Сорольи «Альендо дель Бано» («Выход из ванны»); Б – Моделирование протанопии; В – моделирование дейтеранопии; Г – моделирование тританопии. Моделирование проводилось с использованием инструмента цветового моделирования под названием «Вишчек» (<http://www.vischeck.com/>)

Проясним ещё раз значение всех этих терминов: ахроматопсия — то же самое, что и монохроматизм. То есть человек видит мир чёрно-белым. Те термины, которые заканчиваются на «алия» — это цветоаномалии, то есть люди, у которых один из трёх типов колбочек ослаблен, вследствие чего у них немного искажено цветовое зрение. Термины, которые заканчиваются на «пия» — это разновидность дихроматизма, похоже на категории цветоаномалий, но с одним отличием: здесь у людей совсем не работает один из трёх типов колбочек.

**Уверен, к этому моменту многие уже успели подумать: «А почему же у некоторых людей происходят нарушения работы колбочек?»**

Аномалии цветового зрения чаще всего бывают врождёнными, в этих случаях они неизлечимы. При этом разной степенью дальтонизма страдают примерно 2-8 % мужчин и только 0,8 % женщин. Такая разница объясняется особенностью в наследственной передаче цветоаномалий.

**Прежде чем начать говорить о наследственной передаче цветоаномалий, проведём краткий экскурс!**

Хромосома — это структуры в клетке, в которых сосредоточена большая часть наследственной информации и которые предназначены для её хранения и передачи. Ядро каждой нормальной клетки человека содержит 23 пары хромосом. 23-я пара состоит из половых хромосом (X и Y). Эта пара половых хромосом определяет, будет ли плод мужского или женского пола. Мужчины имеют одну X и одну Y-хромосому. У мужчин X-хромосома приходит от матери, а Y-хромосома — от отца. У женщин две X-хромосомы: одна — от матери, а другая — от отца.

**Теперь мы готовы отправиться дальше и узнать, почему мужчины имеют нарушения в цветовом зрении гораздо чаще, чем женщины.**

Предположим, женщина имеет в своём генетическом коде скрытые причины дейтераномалии, при этом она обладает нормальным цветовым зрением. Но своему сыну она может передать соответствующий дефект. А её дочь будет трихроматом, однако она может унаследовать ген дейтераномалии. Однако если её отец также будет иметь ген дейтераномалии, тот же дефект проявится и у дочери. Поскольку вероятность такого совпадения очень низкая, соответствующие дефекты у женщин встречаются заметно реже. Это относится в полной мере и к другим видам цветоаномалий.

По рисунку 6 можно сделать несколько выводов: так как у женщин две X-хромосомы, то одна из повреждённых хромосом (то есть X-хромосома с геном цветоаномалии) компенсируется другой X-хромосомой. Этим объясняется разница в количестве цветоаномалий среди мужчин и женщин. Также можно отметить, что любой человек всегда получает X-хромосому от матери, и это в некотором смысле лотерея для мужчин, ведь можно получить здоровую хромосому, а можно с дефектом.

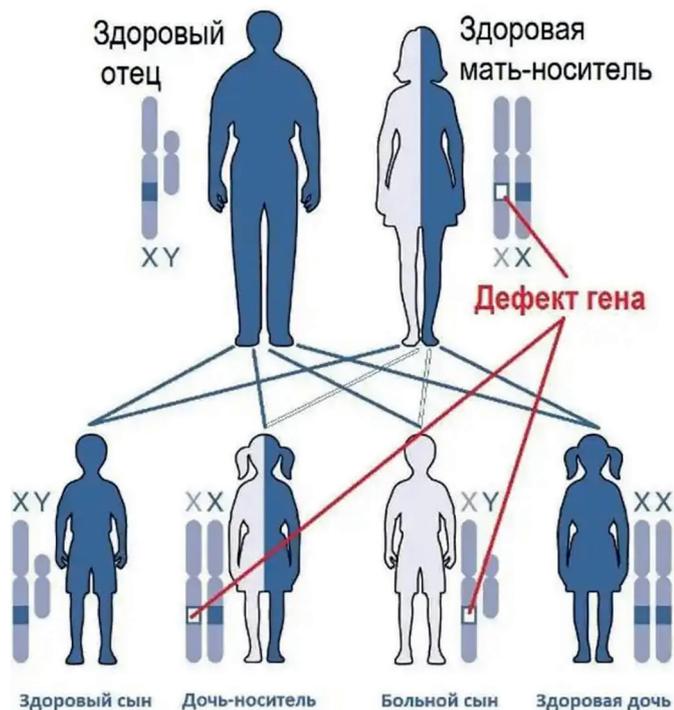


Рисунок 6. Наследование цветоаномалий

**Отметим, что аномалии цветового зрения могут быть не только врождёнными, но и приобретёнными.**

Причинами появления приобретённых нарушений цветовосприятия являются:

- Возрастные изменения — помутнение хрусталика (катаракта). Снижается и острота зрения, и цветовосприятие;
- Нарушения цветового зрения, вызванные приёмом различных медикаментов (постоянное или временное);
- Травмы глаза, затрагивающие сетчатку или зрительный нерв.

**Как узнать, есть ли проблемы с цветовым зрением?**

Когда пациент приходит к врачу проверить зрение, ему показывают карточки с пятнышками разных цветов, на которых изображены, как правило, цифры. Это полихроматические таблицы Рабкина. Благодаря тому, на какой карточке человек может или не может различить цифры, можно определить, с отсутствием какого пигмента связан его дальтонизм. Это самый простой метод выявления дальтонизма.

Люди с нормальным зрением видят на рисунке 7 число 74, многие люди с нарушением цветовосприятия видят 21, а те, у кого полная цветовая слепота, могут вообще не различить цифр.

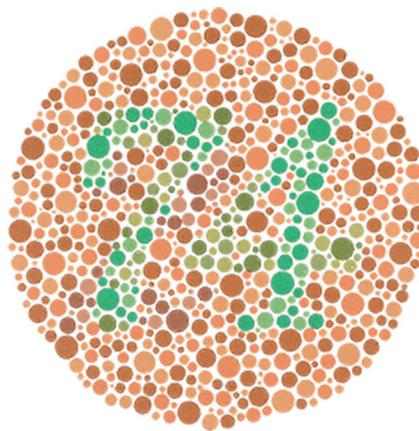


Рисунок 7. Карточка с цифрами

**Можно ли вылечить аномалии цветового зрения?**

Цветоаномалы сталкиваются со многими трудностями в повседневной жизни, о которых большинство людей просто не знают (рисунок 8). Проблемы могут возникнуть даже в самых простых действиях, включая выбор свежих продуктов и приготовление пищи, спорт, вождение автомобиля и выбор одежды.

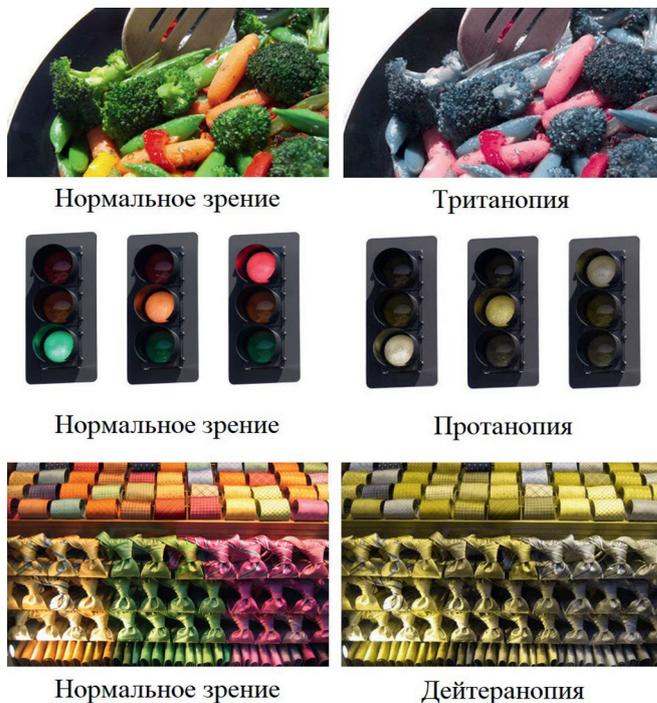


Рисунок 8. Повседневные проблемы цветоаномалов

Как говорилось ранее, врождённые нарушения цветовосприятия лечению не подлежат. Однако для протаномалов или дейтераномалов существуют методы коррекции цветового зрения специальными очковыми линзами.

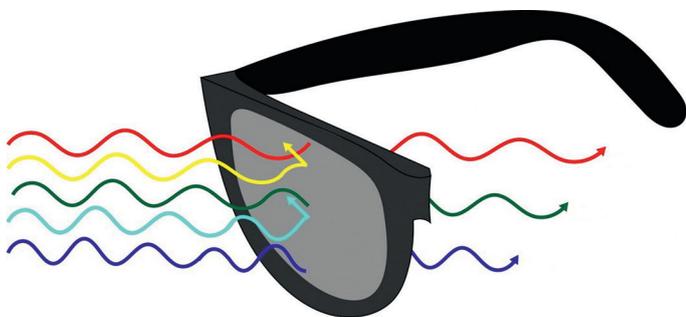


Рисунок 9. Очки со специальными линзами для цветоаномалов

Они работают благодаря наложению нескольких слоёв фильтров, отсекающих некоторые участки спектра. Так очки блокируют восприятие оттенков, оставляя только чистые цвета: так усиливается контраст между зелёным и красным цветами. Человек просто не видит той части спектра, которая мешает ему различать основные цвета.

### *Есть ли перспективы в будущем?*

Лечение дальтонизма возможно методами генной инженерии — внедрением в клетки сетчатки недостающих генов, используя вирусные частицы. В 2009 году в журнале Nature появилась публикация об успешном испытании этой технологии на обезьянах, многие из которых от природы плохо различают цвета. Однако на людях такое никогда не применялось и скорее всего не стоит надеяться в ближайшие годы на такой метод лечения.



Светосервис  
Электросталь

Каждый российский город,  
Мал он или велик,  
Должен открыть людям  
Светлый путь напрямик

[www.bl-g.ru](http://www.bl-g.ru)

[www.svetoservis.ru](http://www.svetoservis.ru)



ООО «СВЕТОСЕРВИС-ЭЛЕКТРОСТАЛЬ»  
129626, г. Москва, 1-й Рижский пер.,  
д. 6, стр. 1, помещение 26



+7 (495) 148-44-88

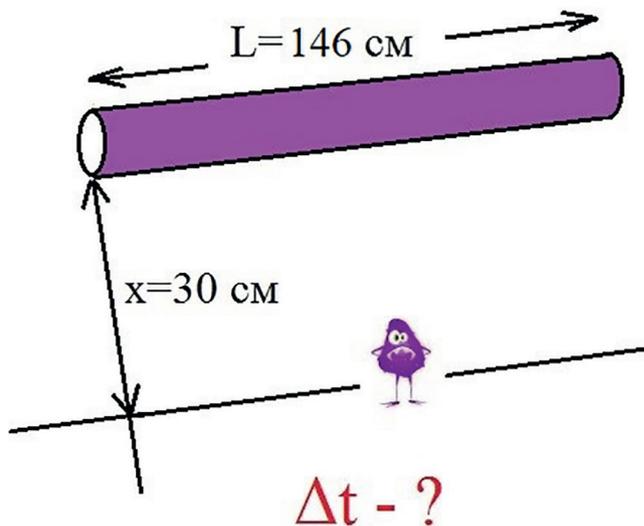
# БОРЕМСЯ С ИНФЕКЦИЕЙ ВМЕСТЕ



Ультрафиолетовое излучение является эффективным инструментом при борьбе с бактериями. В настоящее время самым популярным источником такого излучения являются бактерицидные лампы. Как повысить их эффективность? Какие материалы использовать для колбы? Какими газами наполнять? Как долго необходимо проводить обеззараживание помещения? Все эти вопросы постоянно задают себе разработчики и проектировщики. Давайте вместе решим задачи, которые помогут разобраться в этих вопросах.

## ЗАДАЧА 1. ОЧИСТКА СРЕДЫ ОТ БАКТЕРИИ

**Б**актерицидная лампа на длине волны 254 нм имеет мощность  $P = 125$  Вт. Длина бактерицидной лампы  $L = 146$  см. Доза  $D$ , при которой бактерия утрачивает способность к делению, равна  $40 \frac{\text{мДж}}{\text{см}^2}$ . Бактерия находится на расстоянии  $x = 30$  см от боковой поверхности лампы. За какое время воздействия лампы бактерия утратит способность к делению?



## РЕШЕНИЕ

Давайте разбираться по порядку.

Почему лампа имеет такую большую мощность на длине волны 254 нм, и чем примечательно это излучение? В бактерицидной лампе для получения необходимого излучения, способного бороться с инфекциями, используется амальгама — смесь из ртути и других металлов. Излучение с длиной волны 254 нм является характерным для ртути и составляет большую часть излучения такой лампы. Но самое главное — оно является очень эффективным для обеззараживания. Каким образом излучение с длиной волны 254 нм влияет на бактерии? При получении некоторой дозы бактерия теряет способность к делению, то есть дальнейшее размножение бактерий становится невозможным.

Теперь вернёмся в задачу. В общем случае мощность лампы равна работе, совершаемой за некий промежуток времени:  $P = \frac{A}{t}$ . Работу, которую совершает лампа, можно выразить через дозу и площадь боковой поверхности цилиндра с радиусом 30 см и осью, совпадающей с осью лампы, так как бактерию можно считать бесконечно малой, лампу считаем равноярким источником, а фронт распространения волны — цилиндрический. Тогда получаем:

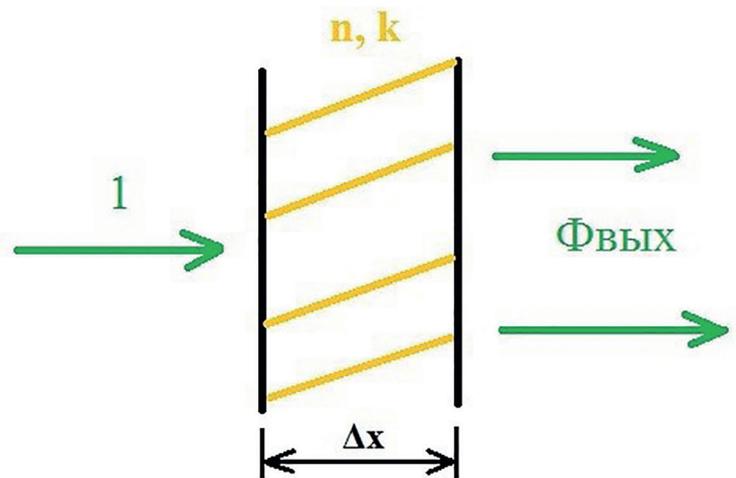
$$\Delta t = \frac{S_{бок} D}{P} = \frac{2\pi x L D}{P} =$$

$$\frac{2 \cdot 3,14 \cdot 30(см) \cdot 146(см) \cdot 40 \left( \frac{Джэ}{см^2} \right) \cdot 10^{-3}}{125(Вт)} \approx 9(с)$$

**Ответ:** 9 секунд.

## ЗАДАЧА 2. КОЭФФИЦИЕНТ ПРОПУСКАНИЯ КВАРЦЕВОГО СТЕКЛА

Единичный поток падает нормально на пластину из кварцевого стекла толщиной  $\Delta x$ , находящуюся в воздухе. Коэффициент преломления стекла  $n$ . Поглощательная способность стекла  $k$ . Коэффициент преломления воздуха равен 1. Чему равен коэффициент пропускания данной пластины  $\tau$ ?



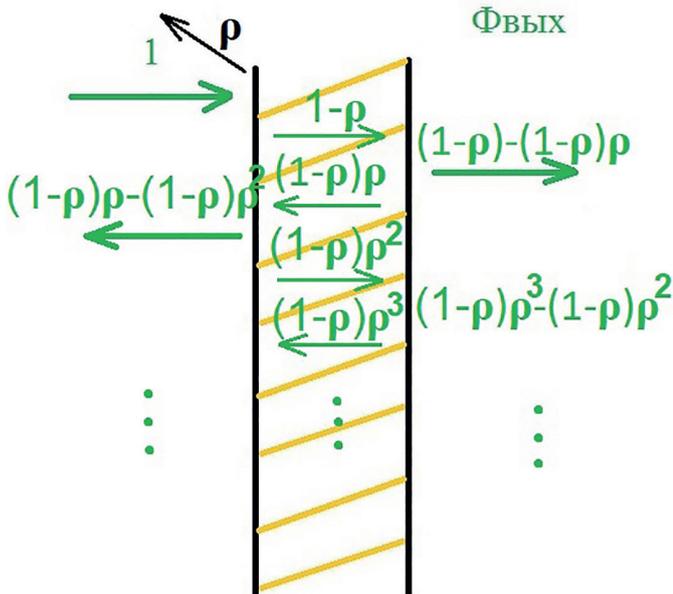
$\tau$  пластины - ?

## РЕШЕНИЕ

Почему необходимо знать, как пропускает кварцевое стекло? Этот материал используется при изготовлении колбы некоторых бактерицидных ламп. Колба частично поглощает излучение, которое формируется в лампе, причём чем толще колба, тем сильнее поглощение.

## НАЙДИ РЕШЕНИЕ

Согласно формулам Френеля, при нормальном падении излучения коэффициент отражения стекла равен  $\rho = \left(\frac{n-1}{n+1}\right)^2$ . Рассмотрим процесс распространения излучения с учётом многократных отражений на каждой границе пластины. Единичный поток падает на левую границу пластины; от левой границы пластины отражается поток равный  $\rho \cdot 1 = \rho$ ; тогда оставшаяся часть потока равная  $1 - \rho$  попадает внутрь пластины и распространяется в ней; при попадании на правую границу пластины часть потока отражается обратно в пластину:  $\rho(1 - \rho)$ , а из пластины выходит поток равный  $(1 - \rho) - (\rho(1 - \rho))$  и так далее. Процесс распространения становится намного понятнее, если представить его на рисунке:



Таким образом, выходящий из правой части пластины поток с учётом многократных отражений можно представить в виде суммы ряда:

$$((1 - \rho) - \rho(1 - \rho)) + (\rho^2(1 - \rho) - \rho^3(1 - \rho)) + \dots =$$

$$\sum_{n=0}^{\infty} (1 - \rho)^2 \rho^{2n}.$$

Тогда коэффициент пропускания стекла можно найти из закона Бугера:

$$\tau = (1 - \rho)^2 \rho^{2n} \cdot \tau_0, \text{ где } \tau_0 = e^{-k \cdot x} \text{ —}$$

коэффициент пропускания толщи стекла,  $x$  — оптическая длина пути. Однако для всех слагаемых выходящего потока  $x$  будет различным: для первого слагаемого  $\Delta x$ , для второго  $3\Delta x$  и так далее. Тогда коэффициент пропускания пластины можно найти следующим образом:

$$\tau = (1 - \rho)^2 \cdot e^{-k \cdot \Delta x} + \rho^2 (1 - \rho)^2 \cdot e^{-k \cdot 3\Delta x} + \dots$$

Осталось найти только сумму этого ряда:

$$\sum_{n=0}^{\infty} (1 - \rho)^2 \rho^{2n} e^{-k \cdot \Delta x (2n+1)}.$$

Ряд задан бесконечной убывающей геометрической прогрессией. В этом случае сумма вычисляется по формуле  $S = \frac{b_1}{1 - q}$ , где  $b_1$  — первый член прогрессии,  $q$  — основание прогрессии.

$$b_1 = (1 - \rho)^2 e^{-k \cdot \Delta x}$$

$$q = \rho^2 e^{-2k \cdot \Delta x}$$

Тогда 
$$S = \frac{b_1}{1 - q} = \frac{(1 - \rho)^2 e^{-k \cdot \Delta x}}{1 - \rho^2 e^{-2k \cdot \Delta x}}.$$

**Ответ:**

$$\tau = \frac{(1 - \rho)^2 e^{-k \cdot \Delta x}}{1 - \rho^2 e^{-2k \cdot \Delta x}}.$$



Международная  
светотехническая  
корпорация

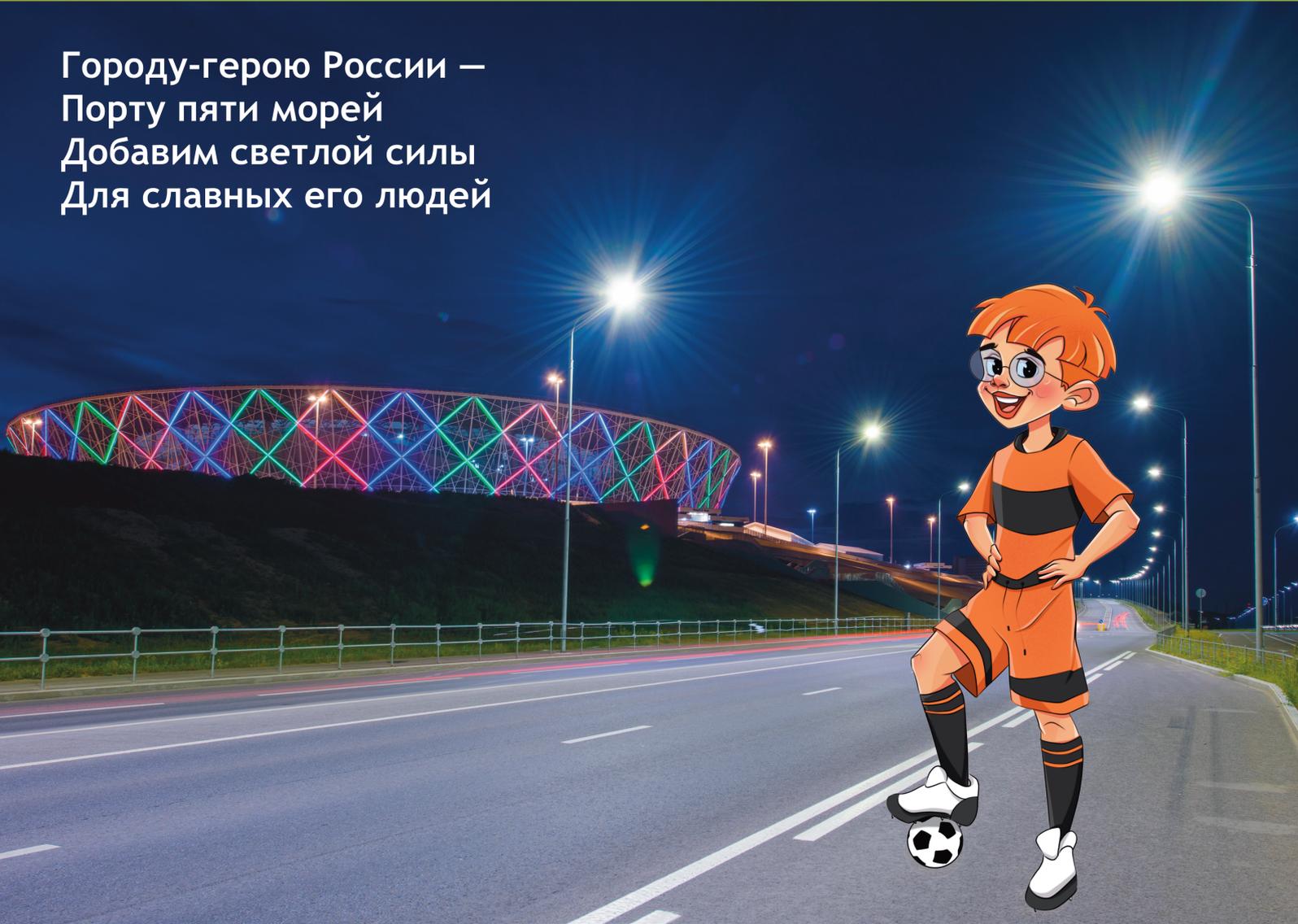


БООС ЛАЙТИНГ ГРУПП

[www.bl-g.ru](http://www.bl-g.ru)

[www.svetoservis.ru](http://www.svetoservis.ru)

Городу-герою России —  
Порту пяти морей  
Добавим светлой силы  
Для славных его людей



ООО «СВЕТОСЕРВИС-ВОЛГОГРАД»  
400107, г. Волгоград, ул. Карла Либкнехта, 4



+7 (8442) 36-63-31  
+7 (8442) 36-63-32

# СТЕНА ЕВРОПЕЙСКОГО РАЗДОРА

Все слышали о Великой китайской стене, построенной много-много веков назад для защиты восточной империи от набегов кочевников. Протяжённость этой стены больше 6000 километров, а ширина такова, что на её гребне свободно могли разъехаться две колесницы. Великая китайская стена — крупнейшее искусственное сооружение на Земле, её хорошо видно невооружённым взглядом из международной космической станции, находящейся на удалении нескольких сот километров от земной поверхности. Похожее сооружение, правда, не такого масштаба, было возведено в Европе совсем недавно — в середине прошлого, двадцатого века. А падение этой Берлинской стены — эпохальное событие, обозначившее огромные геополитические изменения в мире. Рассказывает специальный корреспондент нашего журнала Евгений Самуилович Серый.

## ДА БУДЕТ СВЕТ!

«Берлинская стена простояла 20315 дней и стала выражением угнетения. Она была огромной, 96 миль в длину. Это было устрашающе: пронизанная минами, усеянная солдатами, обученными стрелять, не задавая вопросов. Кроме того, эта стена была гораздо эффективнее, чем чисто физический барьер, потому что она создавала то, что восточные немцы называли «стеной в голове», — всеобщее убеждение, что выхода нет, нет надежды. Поэтому немцам с обеих сторон показалось не что иное, как чудо, когда массивная конструкция из бетона, кирпича, колючей проволоки и электрифицированного забора рухнула», — так делится своими воспоминаниями Марк Фишер, глава восточноберлинского бюро газеты Washington Post.

«В тот день, 9 ноября 1989 года, я просрочил свою визу в Восточном Берлине (репортёры стран Западной Европы и Америки должны были покинуть коммунистический Восточный Берлин до полуночи, иначе им грозил арест). Я работал всю ночь, отправляя свои репортажи в редакцию, а с приближением рассвета должен был снова пересечь границу и вернуться на Запад. Ранним декабрьским утром я был первым автомобилистом, который подъехал к КПП «Чекпойнт Чарли» для въезда в Западный Берлин.



В 6 часов утра, когда открывались КПП на границе города, восточногерманский пограничник выполнил свой утренний ритуал открытия ворот и начал проверку документов. Ни пограничники ГДР, ни Воро — народная полиция, никогда не улыбались, старались доводить переходивших границу граждан до нервного состояния расспросами и досмотром, но в этот раз пограничник включил люминесцентную лампу, которая висела над его пропускным пунктом, и произнёс, расплывшись в широкой улыбке: «И сказал Бог: «Да будет свет!».

Грозный пограничник пошутил, а я стоял в оцепенении. Пограничник повторил свою шутку. На этот раз я позволил себе улыбнуться вместе с ним. Он пропустил меня на запад, даже не потрудившись заглянуть в мой чемодан. Нарушив миллион жесточайших правил, он просто помахал мне рукой, и я прошёл. Стена, которую он защищал всю свою трудовую жизнь, стена за его будкой, и той, что была у немцев в головах, исчезла» (рисунок 1).



Рисунок 1. Жители Западного Берлина заглядывают в Восточный Берлин

## ГРАНИЦА БЕЗ ГРАНИЦЫ

После победы СССР вместе с союзниками по антигитлеровской коалиции над фашистской Германией побеждённая страна была разделена на 4 зоны оккупации: советскую, американскую, английскую и французскую. Хотя столицу Третьего рейха — Берлин взяли штурмом только советские войска,

союзниками по антигитлеровской коалиции было принято совместное решение о таком же разделении Берлина на четыре части: СССР занял восточную часть города, американцы — юго-западную, англичане — западную, а французы получили под свой контроль северо-западный участок. Берлин стал своеобразным союзническим «островом».

В первые годы после войны город управлялся совместным Контрольным советом стран-победительниц. Объединённая западная и советская зоны оккупации Берлина не были разделены никакими границами. Жители разных районов Берлина свободно перемещались из одной зоны в другую: ходили друг к другу в гости, ездили на работу из западной в восточную часть города и наоборот, просто гуляли без границ.

Однако доброжелательное соседство двух непримиримых социальных строев: социалистического (СССР, страны Восточной Европы) и капиталистического (США, страны Западной Европы) на территории послевоенной Германии было недолгим. С наступлением периода «холодной войны» на улицах и перекрёстках Берлина появились разделительные полосы с контрольно-пропускными пунктами. Военные из комендатур союзников стали проверять документы у граждан на линии разграничения западной и восточных зон. Сначала это происходило локально, не на всём протяжении разделения Берлина: во многих местах ещё можно было пересечь условную границу свободно. Но отношения между странами-победительницами ухудшались. Бывшие союзники под предлогом более эффективной экономической деятельности объединили свои зоны оккупации в так называемую Тризонию, а в 1948 году США, Великобритания, Франция, Бельгия, Нидерланды и Люксембург вообще приняли решение о возрождении немецкого государства в федеративной форме правления на территории всей западной зоны оккупации. Представителей Советского Союза на это высокое собрание не пригласили, поэтому такое решение было воспринято СССР как враждебное. В знак протеста СССР вышел из состава Контрольного совета, и единственный союзнический орган по управлению Германией перестал существовать. Советский Союз ограничил наземные перевозки

товаров из Западной Европы на территорию Западного Берлина, чем спровоцировал его блокаду и дефицит продуктов. США с союзниками организовали «воздушный мост», по которому грузовые самолёты доставляли продукты и другие товары в Западный Берлин. Часть продуктов сбрасывалась с самолётов даже на парашютах. Блокада длилась несколько месяцев, за это время в Западный Берлин было совершено 278 228 полётов транспортной авиации, доставлено 2 326 406 тонн грузов.

Вместо планировавшего союзниками объединения Восточной и Западной Германии страна была разделена. 23 мая 1949 года была провозглашена капиталистическая Федеративная Республика Германия (ФРГ), а 7 октября того же года — социалистическая Германская Демократическая Республика (ГДР).

## ПРОВАЛ «БЕРЛИНСКОГО УЛЬТИМАТУМА»

До 1961 года жители города, как и раньше, ездили на работу или учёбу на другую сторону и возвращались каждый день, но ежедневный поток людей проходил через 94 действующих контрольно-пропускных пункта (КПП), из которых 81 пункт располагался на улицах, 13 в метро и на городской железной дороге. Проходимость через КПП составляла по некоторым данным до 400 тысяч человек.

В 1958 году Советский Союз предложил западным странам проект под названием «Берлинский ультиматум». Западную часть Берлина предлагалось сделать независимым вольным городом, жители которого сами выбирают его экономический и политический строй, но при условии вывода западных войск с этой территории и передачи управления городом гражданской администрации. Все страны бывшей антигитлеровской коалиции должны были бы взять на себя обязательство о невмешательстве в жизнь Западного Берлина. В случае непринятия этих предложений СССР обещал ужесточить контроль на границе между Восточным и Западным Берлином. Окончательное решение постоянно переносилось, но стороны так и не смогли договориться.

Предложение СССР было отвергнуто. Отказ означал, что Западный Берлин становился изолированной территорией, независимой во всех экономических и политических отношениях от ГДР.

Положение в Восточной части осложнялось и неравной экономической ситуацией. Капиталистическая экономика эффективнее и быстрее, чем плановая социалистическая, набирала обороты. Уровень жизни населения в Западной Германии к началу шестидесятых годов стал значительно выше, чем у восточных немцев. Большую роль в этом сыграл «План Маршалла» по оказанию масштабной экономической помощи Западной Германии со стороны США. Всё это стало одной из причин массовой миграции населения из Восточного Берлина в Западный, куда перебралось около 2 миллионов человек.

## БЕРЛИНСКАЯ СТЕНА



Рисунок 2. Строительство Берлинской стены

Такой массовый отток населения из Восточного Берлина, причём в основе своей молодой, получившего к тому же бесплатное образование в ГДР, стал одной из причин окончательного закрытия границ. 12 августа 1961 года Советом министров ГДР было принято Постановление о закрытии границы между Восточным и Западным Берлином.

В ночь на 13 августа 1961 года началось возведение Берлинской стены (рисунок 2). В этот день рано утром на улицы вдоль условной

границы были выведены люди, в основном коммунисты, дружинники, полицейские и служащие государственных учреждений. Они растянулись в «живую» цепь, чтобы никого не пропустить по всей линии разграничения. «Живая изгородь» стояла два дня, пока по внешней границе Западного Берлина тянули колючую проволоку. И уже 15 августа началось строительство Берлинской стены, которая перерезала 193 улицы, прервала транспортное сообщение, перекрыла линии метро, железной дороги и трамвайных путей, соединявших ранее западную и восточную части города.

Прообразом будущего капитального строения сначала был забор из колючей проволоки, охраняемый военными. Усилиями тысяч строителей через несколько месяцев ограждение превратилось в сложное пограничное инженерное сооружение вокруг всего Западного Берлина. В последующие годы инфраструктура со стороны ГДР наращивалась, усложнялась, и к концу 70-х годов сооружение стало практически непреодолимым препятствием. Выглядело это как самая настоящая пограничная зона, включающая территорию патрулирования для пограничников, заградительный ров, глубиной от трёх до пяти метров, противотанковые ежи и металлические заграждения под напряжением (рисунок 3).



Рисунок 3. Участок Берлинской стены

За ними контрольно-следовая полоса из песка, которая освещалась мощными источниками света, расположенными через несколько метров друг от друга. И, наконец, стена из бетонных панелей высотой 3,6 метра, обрамленная по верху цилиндрическими блоками, за которые невозможно было ухватиться, а через каждые 300 метров — сторожевые вышки с солдатами, вооружёнными автоматами.

В тёмное время суток стена протяженностью 156 километров и контрольно-следовая полоса были освещены очень качественно. За работой осветительных приборов наблюдала целая армия специалистов, главной задачей которых было не допустить теневой завесы и перебоев в работе всех прожекторов и светильников.

## БЕРЛИНСКАЯ СТЕНА В ЦИФРАХ



- Общая длина стены между ФРГ и ГДР — 156,4 км, из которых 43,7 км — по Берлину;
- Длина электрического контакта и сигнального ограждения — 127,5 км;
- Высота стены — до 3,60 м;
- Количество наблюдательных вышек на стене — 296;
- Стену охраняли более 11 тысяч солдат;
- Между 1961 и 1989 годами полиция Западного Берлина зарегистрировала более 5000 успешных побегов.

## ЗА СВОБОДОЙ ЧЕРЕЗ СТЕНУ

В погоне за лучшей жизнью, которая была в ФРГ, из окон домов, примыкавших к пограничному заграждению со стороны ГДР, жители пытались перепрыгнуть через стену (рисунок 4). Это привело к тому, что близлежащие дома были расселены первоначально, а все окна и двери забетонированы. Позднее все эти здания снесли.



Рисунок 4. Дети Западного Берлина заглядывают за стену



Рисунок 5. Памятник первому перебежчику

В уголовный кодекс ГДР была внесена статья, наказывающая за попытку бегства из ГДР тюремным заключением.

Пограничники и солдаты армии Восточной Германии имели право действовать с нарушителями так же, как на всех границах. Но правило стрелять на поражение в нарушителей распространялось только на бегство жителей с востока на запад, в беглецов из Западного Берлина стрелять не разрешалось, наоборот, согласно инструкциям, пограничники ГДР должны были содействовать перебежчикам.

Поток беглецов с возведением стены, конечно, поредел, но не иссяк. Первым неукротимым в стремлении к лучшей жизни стал 19-летний пограничник ГДР Конрад Шуман, который перепрыгнул через колючую проволоку днём 15 августа 1961 года (рисунок 5). Кстати, этот факт удалось зафиксировать случайному фотографу. С того момента и до падения Берлинской стены сумели перебраться на Запад несколько тысяч человек, но с 1961 по 1989 год 138 человек были застрелены как нарушители. Восточные немцы шли на самые невероятные выдумки, только бы оказаться по ту сторону стены: подкапывали стену, рыли длинные подземные туннели, перепрыгивали с шестами и перелезали на самодельных дирижаблях и аэропланах.



## САМЫЕ ИЗВЕСТНЫЕ ПОБЕГИ

По различным данным за почти 30 лет существования стены побег через Берлинскую стену готовили около 70000 человек. Примерно 60000 из них осудили за эту подготовку. Около 5000 человек смогли преодолеть возведённую границу, 138 человек при попытке побега были убиты. Часть беглецов — гражданские, часть — военнослужащие.

- 1961 год — Конрад Шуман — ему достаточно было преодолеть лишь колючую проволоку высотой 80 см в третий день строительства стены, чтобы оказаться в «другой» Германии; его прыжок был запечатлён на фото, облетевшее впоследствии весь мир;
- 1961 год — машинист Гарри Детерлинг — протаранил стену на поезде на скорости 50 км/ч; вёз пассажиров, часть которых вернулась в Восточную Германию;
- 1962 год — жители ГДР захватили корабль, плывущий по Шпрее в ФРГ, напоив и связав капитана;
- 1964 год — за 3 дня через подземный туннель в ФРГ сбежали 54 человека;
- 1979 год — Ганс Стрельчик и Гюнтер Ветцель — самостоятельно изготовили воздушный шар и перелетели через ограждение.

## ПРИЗНАНИЕ

Такая драматическая ситуация сохранялась вокруг Берлинской стены до начала 70-х годов прошлого века до того момента, когда начался процесс разрядки военной напряжённости, и обе стороны, ФРГ и ГДР, признали друг друга дипломатически.

Правда, в 80-х в ГДР усиливалось влияние службы безопасности (Штази). Свободолюбие не поощрялось. Уровень жизни продолжал падать, экономически и технологически одна из самых развитых стран Восточной Европы — ГДР отстала от Западной Германии на десятилетия.

К концу 80-х годов лидеры ряда стран мира стали призывать к объединению двух Германий и сношению Берлинской стены. В 1987 году президент Р. Рейган обратился с призывом к М. Горбачёву во время своего выступления в центре Берлина у Бранденбургских ворот. Власти ФРГ в свою очередь развернули активную кампанию за объединение Германии, а в ГДР начали проходить массовые демонстрации с требованием гражданских свобод.

Начавшиеся демократические перемены в СССР и в жизни стран социалистического содружества, включая ГДР, предопределили разрушение Берлинской стены. Ключевую роль в объединении двух Германий сыграла политика Президента СССР Михаила Горбачёва, который старался наладить отношения между Востоком и Западом.

Да ещё в 1989 году Венгрия открыла свою границу с Австрией, что позволило населению ГДР беспрепятственно проникать на территорию ФРГ через Венгрию и Австрию. Дальнейшее существование стены потеряло свой смысл.

Вечером 9 ноября 1989 года десятки тысяч немцев Восточного Берлина направились к стене (рисунок 6). По другую сторону стены собрались тысячи жителей ФРГ. Поначалу пограничники пробовали оттеснить толпу, однако силы были неравны, они были вынуждены открыть границу. Это было больше похоже на праздник, чем на нарушение государственной границы. Стена была стихийно разобрана. 9 ноября — дата падения Берлинской стены.



Рисунок 6. День падения Берлинской стены.  
9 ноября 1989 года

Полностью стену снесли в конце 1990 года после объединения ГДР и ФРГ в одно государство. Осталось несколько её небольших участков, которые сохранены как исторический символ разделения двух политических систем — следствия «холодной войны».

Туристы со всего мира приезжают, чтобы посмотреть на сохранившиеся фрагменты Берлинской стены и на знаменитые граффити (рисунок 7), которые стали основой галереи, охраняемой государством. В галерее представлены работы 118 художников из 21 страны мира, в том числе знаменитая картина Д. Врубеля «Господи! Помоги мне выжить среди этой смертной любви». На полотне запечатлён поцелуй Генерального секретаря ЦК КПСС Л. Брежнева и Э. Хроникёра — генерального секретаря ЦК Социалистической единой партии Германии.

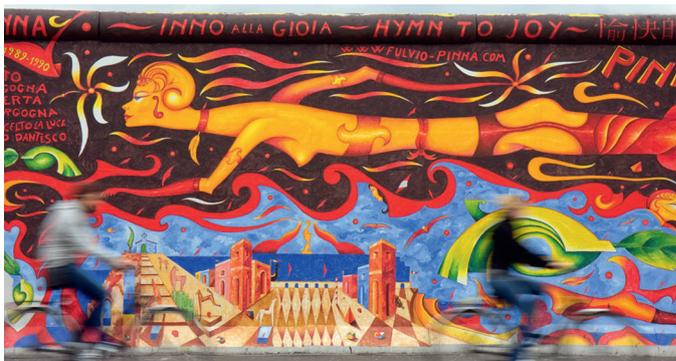


Рисунок 7. Граффити на Берлинской стене

## СВЕТ КАК СИМВОЛ

Спустя четверть века после падения Берлинской стены художники к юбилею провели акцию «восстановления» стены в столице Германии, используя 8000 светящихся воздушных шаров.

Художник по свету Кристофер Баудер и его брат-кинорежиссёр Марк начали работу над концепцией Lichtgrenze или Light Border («Светлая граница») за два года до 20-летия падения стены. Но создание специального оборудования, необходимого для подъёма и подсветки 8000 воздушных шаров, не говоря уже о получении разрешения на их установку в крупном мегаполисе, требовало много времени и долгих бюрократических решений. Светохудожники не успели всё сделать вовремя к 20-летию юбилею, однако к 25-летию юбилею им удалось реализовать свою задумку.

Жители Берлина и гости города прошли вдоль бывшей границы, просматривая на специально установленных светодиодных экранах историю разделения города, отдавая дань погибшим у этой стены.



Рисунок 8. Световая инсталляция в день 25-летия разрушения Берлинской стены

Вдоль стены были установлены опоры, коронированные 24-дюймовыми воздушными шарами. В каждый шар был встроен электронный блок питания и светодиодный источник света.

«Мы хотели противопоставить этой зловещей тяжёлой конструкции Берлинской стены что-нибудь очень лёгкое», — объяснял Марк Баудер.

Цепочка воздушных шаров занимала лишь 15-километровый участок из 156-километрового сооружения, которое ранее окружало западную половину города. Но эффект был потрясающий (рисунок 8). Шары сверху выглядели как гигантская линия светящихся точек, символизирующих то, что сами немцы называют стеной позора.

Вечером 9 ноября 2015 года 8000 жителей объединённого Берлина произвели запуск 8000 светящихся символов, каждый из которых уносил в небо личные послания берлинцев.

## ЦВЕТОВОЕ РАЗДЕЛЕНИЕ БЕРЛИНА

В мои руки попала фотография, выполненная астронавтом Европейского Космического Агентства Андре Кейперсом (рисунок 9). Вечерний вид Берлина с высоты Международной космической станции (МКС). При взгляде на снимок и родилась идея написания этой статьи. С 400-километровой высоты в тёмное время суток Берлин по-прежнему разделён, но не стеной, а светом. И эта световая линия разделения спустя 30 лет после падения Берлинской стены как бы сигнализирует из космоса к нашей памяти. Причина, конечно, проста: разные типы источников света. В восточной части города освещение производится устаревшими натриевыми источниками света, дающими оранжево-желтоватый свет, а в западной уже работают современные галогенные или светодиодные источники, заливая улицы и дороги ровным белым светом.

И я очень надеюсь, что даже такое условное разделение светом в скором времени останется только на фотографии и в нашей исторической памяти. И пусть не только в Берлине, но и на всём земном шаре свет только объединяет, создавая людям комфорт и безопасность.



Рисунок 9. Освещение Берлина. Вид из космоса

## ХРОНОЛОГИЯ СОБЫТИЙ



- 1945 г. — после разгрома нацистской Германии Берлин разделился на четыре зоны оккупации. Восточную зону контролировал Советский Союз, а три западных — Великобритания, США и Франция;

- Июнь 1948 г. — происходит объединение французской, американской и британской зоны оккупации Германии;

- 23 мая 1949 г. — провозглашение на территории подконтрольной западным союзникам Федеративной Республики Германия (ФРГ);

- 7 октября 1949 г. — на территории подконтрольной СССР провозглашена Германская

Демократическая Республика (ГДР);

- 1957 г. — ФРГ вводит доктрину Хальштейна, которая предполагала разрыв отношений с любой страной, признавшей ГДР;

- 1958 г. — Никита Хрущёв объявил об отмене международного статуса Берлина;

- 1960 г. — ГДР вводит ограничения на посещение гражданами ФРГ Восточного Берлина;

- 12 августа 1961 г. — закрытие границы ГДР с Западным Берлином;

- 13 августа 1961 г. — закрытие границы началось в 01:00. В документах проект фигурирует под названием «Китайская стена II».



## ЭКСПЕРИМЕНТ №1. ЛОПАЮЩИЕСЯ ШАРИКИ

Этот шумный эксперимент можно провести в солнечный летний день. Надуйте несколько разноцветных шаров, а также чёрный, белый и прозрачный. Спешим вас немного расстроить — не все из них доживут до конца эксперимента. Возьмите лупу, секундомер и отправляйтесь на улицу. Поймайте лупой солнечный свет и сфокусируйте его на цветном шарике, запустите секундомер. Бум! Через некоторое время шарик лопнул. Теперь возьмите шарик чёрного цвета. Он также лопнет, но уже намного быстрее. Почему это происходит? Шарик чёрного цвета очень хорошо поглощает лучи, которые попадают на него через лупу, поэтому он лопается очень быстро. Цветной шарик, например, красного цвета, хорошо отражает красные лучи, но поглощает остальные солнечные лучи. Поэтому он проживёт чуть дольше. Возьмите белый шарик. Почему же он не лопается от солнечных лучей, сфокусированных лупой? Белый шарик очень хорошо отражает лучи, поэтому он и не лопается. Прозрачный шарик пропускает лучи, падающие на него, и поэтому тоже не лопается.



## ЭКСПЕРИМЕНТ №2. ВТОРАЯ ЖИЗНЬ ВТУЛКИ



**Н**е выбрасывайте втулку от туалетной бумаги и подарите ей вторую — светотехническую — жизнь. Возьмите широкий прозрачный скотч, заклейте им одну из сторон втулки. Нарисуйте чёрным маркером на скотче с внешней неклеящей стороны какую-нибудь забавную зверушку, например, оленя, но не мельчите. Включите фонарик на мобильном телефоне и поднесите его ко второй стороне втулки. Выключите свет в комнате и направьте фонарик с втулкой на стену. Смотрите, ваш нарисованный олень перебрался в виде тени со скотча в вашу комнату!

## ЭКСПЕРИМЕНТ №3. ЖИДКОСТЬ ВВЕРХ!

**Д**ля этого эксперимента вам понадобятся: цветная жидкость (подойдёт обычная вода с любым красителем), тарелка, свечка, ваза цилиндрической формы с диаметром больше, чем у свечи. Попросите взрослых провести этот эксперимент вместе, так как при обращении с огнём необходимо соблюдать меры предосторожности. Налейте немного жидкости (около 100 мл) в тарелку. Зажгите свечу и поставьте её в тарелку с водой. Теперь самое интересное: переверните вазу и поставьте её на тарелку таким образом, чтобы горящая свеча оказалась внутри. Что же происходит? Вода начинает подниматься внутри вазы! А вскоре свеча тухнет. Почему это происходит? Так как внутреннее пространство вазы закрыто от поступления кислорода, горение прекращается: без кислорода огонь существовать не может. Но почему вода поднимается вверх? При горении свечи воздух внутри вазы нагревается, затем остывает и сжимается, что приводит к разнице давлений внутри и снаружи: вот вода и спешит из зоны с меньшим давлением в зону с большим давлением.





## БИТВА ВЗГЛЯДОВ

Человеческий глаз — главный приёмник видимого излучения. 60-70 % информации человек получает именно с помощью этого органа чувств. Неудивительно, что на протяжении многих лет учёные изучают особенности зрения, строение глаза, создают его модели, пытаются объяснить причины возникновения различных болезней. Помимо болезней существуют и необычные страхи и фобии, которые связаны со зрением. Офтофобия — боязнь смотреть прямо в глаза собеседнику — очень распространённый страх. Люди боятся взглянуть в глаза противоположному полу, начальнику или родителям. Конечно, этот страх не связан с особенностями зрения, а является проблемой психологического характера, и никакой офтальмолог не поможет с её решением. Однако специалисты утверждают, что справиться с этим страхом можно самостоятельно при помощи аутотренингов.

## ПРОВОДНИК ИЛИ НЕТ?

Все знают, что вода хорошо проводит электрический ток. Поэтому, например, нельзя мокрыми руками брать электроприборы. Но почему вода проводит ток? Из-за наличия в составе различных примесей: кальция, магния, натрия и так далее. О том, как именно вода проводит ток, учёные спорят уже более двух столетий. Ведь проследить за этим процессом крайне сложно из-за его скоротечности. Недавно описать прохождение тока в воде удалось учёным из Йельского университета (США). Кстати, дистиллированная вода, то есть вода, очищенная от всех возможных примесей, не проводит электрический ток, то есть является диэлектриком.



## НЕСПЕШНАЯ НЕДОПЛАНЕТА



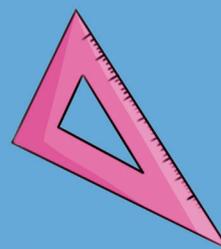
В 1930 году была открыта самая дальняя планета Солнечной системы — Плутон. Судьба у этого космического объекта оказалась непростой: в 2006 году Международный астрономический союз ввёл новый критерий для понятия «планета», что привело к тому, что Плутон был вынужден потерять своё почётное место в списке планет Солнечной системы и примкнуть к рядам карликовых планет. Возможно именно поэтому расстроившийся герой этой заметки совсем никуда не спешит: с момента его открытия он всё ещё не совершил ни одного полного оборота вокруг Солнца. Для этого ему необходимо примерно 248 лет. Поэтому свой первый круг Плутон завершит в 2178 году.

## РАЗНОЦВЕТНЫЕ ВОДОЁМЫ

В древнем вулкане Келимуту на индонезийском острове Флорес живут по соседству три кратерных озера. Но вот чудеса: вроде бы и находятся они совсем близко друг к другу, а цвет у них совершенно разный, причём зависит он от температуры и времени года. В чём же причина такой природной красоты? Местное население верит в легенду о том, что озёра меняют цвет, потому что гневается души умерших, попавшие в них. Конечно, есть и более правдоподобное объяснение учёных: химические реакции, протекающие в различных минеральных веществах в озёрах, а также подземные активности приводят к тому, что цвет воды меняется от светло-бирюзового до практически чёрного.



# КРОССВОРД



## По горизонтали:

1. Животное с самыми большими глазами среди млекопитающих;
4. Сетчатые структуры, из которых состоят глаза некоторых насекомых и ракообразных;
6. Наличие паров какого химического элемента способствует формированию оранжево-желтоватого спектра в разрядных лампах?;
8. Чудесный аппарат, благодаря которому мы можем услышать живую речь Л.Н. Толстого;
10. Подвесной потолочный светильник, который был подарен Большому театру правительством Франции;
11. Человек, у которого работают все три типа колбочек, но представление о цветах искажено;
13. Кварцевое ... — материал для трубок бактерицидных ламп;

## По вертикали:

2. Состояние зрения, при котором совсем не работает один из типов колбочек;
3. Рабочий, ведающий ламповым освещением;
5. Светочувствительные клетки, расположенные в сетчатке;
7. Кто открыл «всепроникающие» X-лучи?;
9. Четырёхканальный телеграф, который изобрёл Томас Эдисон;
12. Вольтова ... — один из видов электрического разряда в газе





# ОТ МОРСКИХ ГЛУБИН ДО ДАЛЬНОГО КОСМОСА



В нашем журнале мы всегда писали о том, что светотехника — это не только освещение городов, дорог, домов, фабрик и офисов. Приводили вам множество примеров, как благодаря излучению очищается питьевая вода, обеззараживаются помещения, диагностируются и лечатся болезни, решаются многие другие насущные для человечества проблемы. В этот раз нам очень повезло, и мы смогли поговорить с известным светотехником, руководителем подразделения по световым приборам и технике освещения Всероссийского научно-исследовательского светотехнического института (ВНИСИ) Анатолием Шахновичем Черняком, из интервью с которым вы узнаете ещё о целом ряде новых для вас возможностей света.



Черняк Анатолий Шахнович

— Анатолий Шахнович, расскажите немного о себе, о своей юности. Откуда Вы родом? Чем занимались Ваши родители? Возможно, их деятельность была связана со светотехникой? Какое образование Вы получили?

— Родился я в Москве в 1939 году, так что я — дитя войны. В моей семье все были инженерами. Отец был очень интересным, сугубо принципиальным и честным человеком. Он закончил Московский механико-машиностроительный институт, который сейчас называется Московским государственным техническим университетом им. Н.Э. Баумана, факультет теплового двигателестроения.

После института он работал по специальности, написал книгу по двигателям внутреннего сгорания. Прошёл всю войну в качестве специалиста по артиллерийским системам. После войны продолжил работать по своей гражданской специальности и участвовал во многих стройках северной и восточной частей нашей страны, в том числе, в незаконченном строительстве тоннеля с материка на остров Сахалин.

Я выбирал профессию вне зависимости от советов родителей, так как ещё со школы увлекался радиотехникой и электроникой. В те времена ещё не было никаких полупроводников\* (материалов, которые не столь хорошо проводят электричество, как металлы, но и не столь плохо, как большинство

изоляторов), только начали появляться простейшие полупроводниковые приборы. Привлекала меня и авиация, поскольку некоторые из моих родственников работали в авиационной промышленности, поэтому я хотел поступать в МАИ (Московский авиационный институт).

Но мой старший товарищ посоветовал мне поступить в МЭИ (Московский энергетический институт) на факультет электровакуумной техники и специального приборостроения. Так я оказался в 1956 году студентом кафедры светотехники, одной из сильнейших в то время в МЭИ, со знаменитым преподавательским составом.

**— Как Вы стали сотрудником ВНИСИ? Почему Вы выбрали именно этот институт?**

— Я пришёл во ВНИСИ в 1962 году сразу после окончания института по распределению. В те годы студенты, окончившие институт, не могли самостоятельно выбрать место работы: это определяла комиссия ВУЗа по распределению выпускников и давала каждому из них направление в конкретное место работы.

ВНИСИ был не только научным центром, но и центром разработки: в нём работало больше 600 специалистов, которые занимались непосредственно разработкой осветительных и измерительных фотометрических приборов, источников света — достойное место для молодого деятеля науки!

Я был направлен в лабораторию стробоскопии\*, руководимой Израилем Шнееровичем Либным, который был, как позже выяснилось, одним из самых талантливых и авторитетных специалистов во ВНИСИ. Стробоскопический эффект — очень интересная зрительная иллюзия, о которой вы обязательно узнаете в одном из номеров журнала.

Лаборатория специализировалась на исследованиях импульсного разряда в газах, разработке и создании импульсных источников света (стробоскопических) и приборов с их использованием — строботахометров\* для бесконтактного измерения частоты вращения.

В этой лаборатории также работал известный физик Константин Семёнович Вульфсон, удостоенный Государственной премии незадолго до войны за создание сверхчувствительных тепловых приёмников излучения. Я застал ещё и его

«экзотические» исследования, например, по изменению скорости света. На основе этих разработок там же конструировали соответствующие измерительные приборы, в том числе и фотометрические.

**— Какой была Ваша первая научная работа во ВНИСИ?**

— Моя работа во ВНИСИ началась с изучения особенностей поведения плазмы в импульсном разряде. Мы проверяли идею замечательного учёного В.А. Фабриканта о том, что можно получить лазерное излучение не только на смеси газов, но и на чистом газе.

В процессе этой работы было обнаружено очень интересное явление, которое раньше не наблюдалось: резкий всплеск излучения (в 8-10 раз превышающий максимум излучения разряда) в момент обрыва разрядного тока, который мог быть как самопроизвольным, так и вынужденным (рисунок 1).

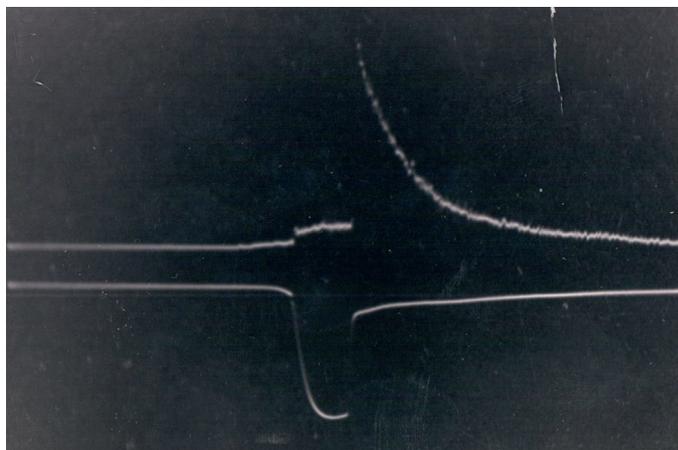


Рисунок 1. Оциллограммы светового импульса (вверху) и импульса тока (внизу)

Дальнейшая наша работа заключалась в объяснении причин этого явления. Проведённые эксперименты позволили раскрыть суть этого явления. Занимался я этой работой три года, а её результаты были опубликованы под названием «О механизме возникновения дополнительных пиков излучения при импульсном разряде в неоне» в 1965 году в журнале Доклады Академии Наук СССР за авторством К.С. Вульфсона, И.Ш. Либина, А.Ш. Черняка, что было значительным достижением для нашего коллектива и для меня, как молодого специалиста!

— **Каковы были Ваши следующие задачи?**

— Затем я занимался разработкой измерительных приборов — фотокolorиметров\* — приборов для измерения концентрации вещества в исследуемом растворе — и фотонелометров\*, предназначенных для измерения мутности среды. Эти приборы должны были контролировать концентрацию исходных продуктов и выход продукта фотохимической реакции получения исходного материала для производства пластмасс. Представьте себе, что можно было собственными глазами наблюдать, как свет рождает вещество в фотохимическом реакторе! Сердцем такой установки являлась лампа на 10 кВт, которая была разработана под руководством академика АЭН РФ Генриха Сергеевича Сарычева. Изготовленные опытные образцы приборов прошли успешные испытания на химкомбинате в г. Кировакане (Армения).

Позже, в начале 70-х годов прошлого века, я был привлечён И.Ш. Либиным к созданию аппаратуры для автоматической дистанционной записи разгона быстроразгоняемых электродвигателей. В результате этой работы был разработан прибор, фиксирующий механические характеристики таких двигателей при нормальном пуске без нагрузки (рисунок 2).



Рисунок 2. Внешний вид прибора Память-4 для измерения разгона электродвигателей

Это оборудование нашло своё применение в электротехнической промышленности. По итогам этой работы было получено авторское свидетельство на изобретение совместно с И.Ш. Либиным и Л.П. Варфоломеевым и опубликована статья в журнале «Электротехника».

— **Какая работа за прошедшие годы принесла Вам наибольшее удовлетворение?**

— Одной из самых интересных и захватывающих для меня работ стало исследование метода и разработка прибора для отдельного независимого измерения показателей поглощения и рассеяния света в жидких мутных средах, в том числе и в морской воде (рисунок 3).



Рисунок 3. Внешний вид прибора (со снятой крышкой) ИППР-1 для измерения показателя поглощения и рассеяния

Дело в том, что в жидкой среде свет рассеивается и поглощается намного интенсивней, чем, например, в земной атмосфере. В то же время специалистам разных отраслей, например, в телевидении, было необходимо проводить съёмки и наблюдать за ситуацией в жидкой среде. Работа эта производилась по заказу крупнейшего ВНИИ Телевидения (г. Санкт-Петербург), одним из направлений деятельности которого были подводные теле-, кино-, фотонаблюдения и съёмки.

В мировой практике приборов, подобных нашему, не существовало и, например, показатель поглощения морской воды определялся как разность показателя ослабления и рассеяния с достаточно большой погрешностью в силу близости значений

указанных величин. Работа была достаточно продолжительной, в рамках неё был предложен оригинальный способ измерения указанных показателей с помощью фотометрического шара, целиком заполняемого исследуемой средой, защищённый Авторским свидетельством на изобретение в соавторстве с И.Ш. Либиным. В результате был создан прибор ИППР – 1, представляющий собой автоматическое устройство с кюветой в виде фотометрического шара, целиком заполняемого исследуемой средой, и объединяющее в себе интегрирующий нефелометр для измерения показателя рассеяния и многоходовой абсорбциометр для измерения показателя поглощения.

В тот же период занятия подводной светотехникой была проведена НИР (под руководством профессора Вульфсона К.С.) по исследованию видимости в воде в поляризованном свете (как в плоскополяризованном, так и в кругополяризованном). Краткое содержание работы опубликовано в журнале «Светотехника», а подробная статья размещена в выпусках специализированного агентства «Информэлектро».

Мне очень нравилась эта работа: она была живой, связанной сотрудничеством с прекрасными специалистами, с морем и с решением интересных, нестандартных и важных задач, в том числе для флота.



Рисунок 4. Гидролаборатория Центра подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина (Черняк А.Ш. – второй справа)

— Я читал, что Вы работали в интересах исследования космоса в Звёздном городке. Что это был за проект?

— Да, светотехники нужны и для космоса! Эта разработка была также связана с водной средой. Немногие знают, что для имитации работы в открытом космосе российские космонавты используют большой бассейн с чистой водой в Звёздном городке под Москвой, в который помещается полноразмерный макет космического корабля (рисунок 4).

Нашим коллективом для этого бассейна, называемого официально Гидролабораторией Центра подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина, были выполнены научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по созданию осветительного подводного комплекса, необходимого для теле-, кино- и фоторегистрации тренировочных работ на макетах космических аппаратов под водой (рисунок 5).

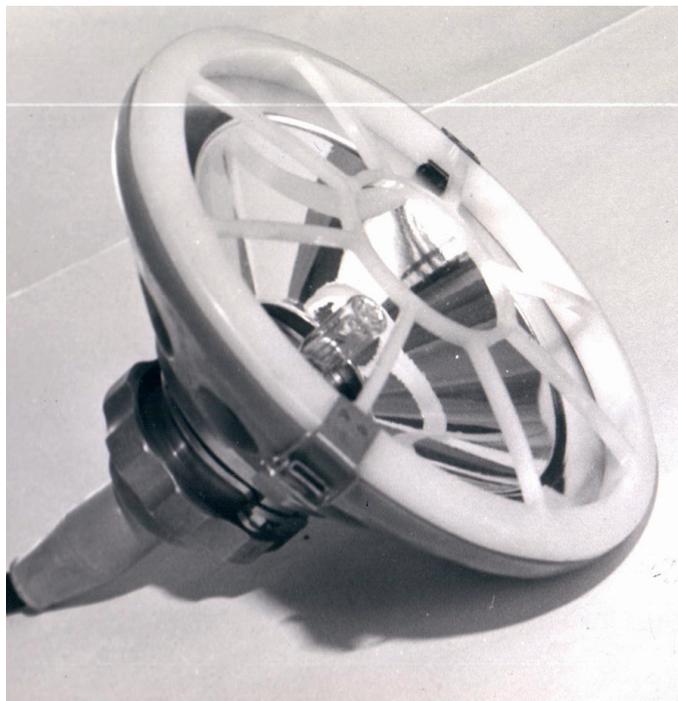


Рисунок 5. Подводный световой прибор «Бивуак» комплекса для Центра подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина

— Больше Вы не сталкивались с космической тематикой?

— Да, сталкивался. Мы участвовали в освещении космического аппарата по программе «Буран». Был разработан и испытан опытный образец специального светильника для телевизионного освещения, устанавливаемый на бортовой манипулятор «Бурана».

В дальнейшем я также был связан с разработками для метро. Наш коллектив выполнил работы по анализу эксплуатации осветительных приборов в московском метрополитене, а также был разработан огнезащитный светильник и даны предложения по модернизации действующих светильников в Пражском метро для продления срока их эксплуатации.

— **Вы известны среди профессионалов своими работами по архитектурному освещению некоторых значимых сооружений в Москве и других городах России. Расскажите об этих проектах, пожалуйста.**

— Во времена перестройки в 90-е годы, к сожалению, научной деятельности не уделялось должного внимания. Я стал заниматься архитектурным освещением и, надо сказать, довольно успешно. В то время этот вид деятельности в светотехнике оставался, пожалуй, единственно востребованным направлением. Мы работали как в Москве, так и в других городах: Волгограде, Рязани, Дмитрове, Ростове-на-Дону.

Нашей небольшой группой было разработано и реализовано свыше 70-ти проектов освещения. Наши работы получили высокие оценки как светотехников и светодизайнеров, так и архитекторов — авторов сооружений. В их числе в Москве освещение музейного комплекса на Поклонной горе, подсветка здания ЦУМа, ресторан «Прага» на Арбате. Несколько работ по архитектурной подсветке были выполнены в Северном округе Москвы: здания МАДИ и института Гидропроект, ЦКБ «Алмаз», театр «Ромэн». Осветили мы и памятник-часовню на Курской дуге (рисунок 6), разработали и выполнили проект освещения православного храма в Волгограде.

Наши работы получили признание на выставке «Интерсвет» (эта выставка до сих пор ежегодно проходит под названием Interlight), и я стал лауреатом конкурса, организованного в рамках этого



*Рисунок 6. Часовня на месте сражения танков на Курской дуге*

форума. Часть из них в соавторстве с Н.Б. Бурцевой и С.В. Судаковым опубликованы в журнале «Светотехника».

— **Чем Вы занимаетесь в последние годы? Появляются ли интересные разработки в стенах ВНИСИ в наши времена?**

— Начиная с 2006 года моя работа была связана в основном с наружным освещением, в том числе с разработкой 10 стандартов для этого вида освещения.

Я участвовал в проработке важнейшего государственного стандарта ГОСТ 54350-2015 «Приборы Осветительные. Светотехнические требования и методы испытаний», имеющего важное значения для повышения качества выпускаемых промышленностью осветительных приборов. Принимал также участие в разработке общей концепции единой световой среды г. Москвы.

Интересным был также проект по созданию мобильной светотехнической лаборатории для

измерения яркости дорожного полотна — важнейшего параметра, обеспечивающего безопасность автомобильного движения. Созданный нами экспериментальный образец такой установки (рисунок 7) позволил значительно сократить время, которое необходимо для измерения яркости дорожного покрытия, и повысить их качество, при этом не перегружать дороги на время проведения измерений. Полученные результаты затем использовались для оценки соответствия выполненных работ техническому заданию проектов освещения новых дорог или их реконструкции.



Рисунок 7. Мобильная светотехническая лаборатория для измерения яркости дорожного полотна

Позже мы сделали аналогичную мобильную установку для измерения освещённости для случая, когда по каким-либо причинам, природным или техническим, невозможно измерить яркость дорожного полотна.

В последнее время я участвовал в исследованиях музейного освещения в отечественных музеях и выставочных комплексах и в разработке российских стандартов по музейному освещению. Эта работа также была интересной и нужной, что позволило не только видеть посетителям музеев произведения искусства такими, как их задумывали художники и скульпторы, но и сохранить (не испортить в результате опасного облучения!) картины, гравюры и гобелены.

— **Как Вы видите будущее светотехники? Ждут ли нас научные или технологические прорывы, подобные появлению мощных светодиодов?**

— Я считаю, что светодиоды — это не послед-

нее слово в светотехнике! Наука и техника быстро развиваются, возможно появление новых необычных источников света и световых приборов на основе научных исследований, современных технологий и материалов.

Возможно, что очень перспективными станут лазерные источники света. Особенно они могут быть полезны для наружного освещения, точечной или линейной подсветки зданий и крупных сооружений, таких как, например, Останкинская телебашня, Мемориал на Поклонной горе и других подобных объектов.

Хочется верить, что возобновятся и работы по созданию атомных радиоактивных источников света, но это дело не близкое.

— **Посоветовали бы Вы молодым людям посвятить себя работе в светотехнической отрасли?**

— Мне очень повезло в жизни с людьми, с которыми я встречался, особенно с преподавателями и руководителями. Мне посчастливилось учиться и работать с такими замечательными учёными и исследователями, как Израиль Шнеерович Либин, Константин Семёнович Вульфсон, Георгий Николаевич Рохлин, Леонид Петрович Варфоломеев, Левин Иосиф Маркович (ВНИИТ, а впоследствии Институт океанологии им. П.П. Ширшова) и многими другими.

Их знания, поддержка и дружба «заряжали» меня, помогали решать самые сложные задачи. У меня всегда был интерес к физике, электронике, к получению новых знаний в науке, технике. Меня всегда привлекал практический результат в виде конкретного устройства, прибора с применением не только знаний, но и собственных рук. Многие годы я занимался настоящей творческой работой, чему-то научился, а чему-то нет.

Если у нынешнего поколения есть тяга к технике, к науке, познанию нового, неизведанного, то, конечно, я советую им заняться светотехникой, в которой будет ещё много открытий, новых технологий и материалов, а главное настоящих профессионалов и увлечённых творчеством людей!

*Беседовал специальный корреспондент Евгений Серый*

# УГОЛОК СВОБОДЫ И НАСЛАЖДЕНИЯ

Продолжаем нашу рубрику практических советов. В этом номере поговорим о помещении в вашем доме очень значимом, единственном, пожалуй, где без стеснения можно побыть наедине с самим собой, с наслаждением принять душ, смыть остатки дневной суеты, принять расслабляющую пенную ванну, согреться или, наоборот, остудить тело и охладить пыл. Речь пойдёт, конечно, о ванной комнате. А помогут нам разобраться в тонкостях освещения ванной специалисты по светотехнике Владимир Заржецкий и Татьяна Авдеева.

## РИТУАЛ ИЛИ ТРАДИЦИЯ?

По сути, любые водные процедуры — не только дань гигиене, но и традиционный ритуал для любого современного цивилизованного человека, формирующий наше душевное, эмоциональное и физическое состояние. Славяне, например, издавна считали омовение водой сакральным действием, защищающим от всего плохого, с чем трудно не согласиться. На Руси к воде всегда относились как к святыне, понимая, что вода — это жизнь. Предки всячески оберегали водные источники, тщательно выполняли обязательные процедуры: перед сном мыли ноги и лицо, к столу выходили только умытыми. Существовало множество ритуалов, связанных с омовениями водой: младенцев проводили через череду ритуальных омовений вплоть до седьмого дня их жизни. После принятия христианства зародился водный ритуал крещения, который обращал ребёнка к пути непрерывного духовного совершенствования и исполнялся после сорокового дня жизни малыша.

На Руси часто ходили в баню (рисунок 1), а вот в средневековой Европе водные процедуры считались дурным тоном, ванные комнаты во дворцах отсутствовали. Гигиенические процедуры были ограничены ополаскиванием рта и рук. Достовер-



но известно, что Людовик XIV принимал ванную всего два раза за всю свою жизнь, да и эти случаи были продиктованы настоянием врачей. Так что парфюм — изобретение французов — предназначено изначально для ароматизации невымытого тела.

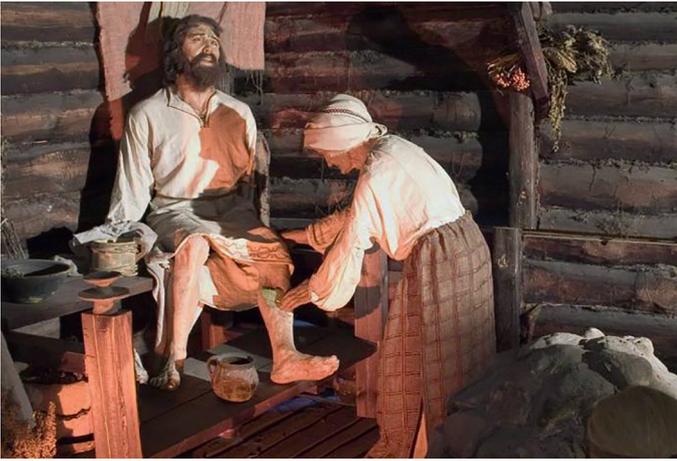


Рисунок 1. Лечебные процедуры в бане в Киевской Руси

Нам это, конечно, трудно принять, поскольку наличие ванной комнаты давно уже является нормой современного жизненного уклада. В ванной комнате мы стараемся создать комфортные условия для проведения гигиенических процедур. Освещение при этом — ключевая составляющая для создания таких условий.

## КАК НЕ ОШИБИТЬСЯ В ВЫБОРЕ?

На рынке предлагается огромное количество решений для этой задачи, однако выбор нужных осветительных приборов не так прост, как может показаться на первый взгляд.

Самым распространённым решением для освещения ванной комнаты является применение настенных и потолочных светильников.

**Настенные светильники** — бра, светильники на зеркало или же светильники, встроенные в зеркало, используются в зоне непосредственного проведения гигиенических и косметических процедур.

**Общее освещение** в помещении создаётся при помощи накладных или встраиваемых в потолок осветительных приборов. Задача этих светильников — создать комфортный уровень освещённости всего помещения ванной.

**Дополнительное освещение** — это уже зоны комфорта, но об этом поговорим чуть позже.

В качестве источника света самым правильным решением на сегодняшний день будет выбрать све-

тодиоды. Светодиоды — наиболее современный и экономичный источник света, который оставляет большой простор, в том числе и для художественного освещения. Также светодиоды более долговечны, чем любые лампы, и не потребуют скорой замены. Лучшим выбором будет светильник из пластика или из металла с антикоррозийным покрытием — важно защитить светильник, расположенный во влажном помещении от коррозии. Стоит помнить: необработанный металл при окислении с течением времени приржавеет к креплениям, и его замена станет практически невозможной.

Руководствуясь при выборе оборудования дизайном светильника, нельзя забывать о безопасности прибора. Безопасность — первоочередная задача, так как речь идёт об особенном помещении с повышенной влажностью и, следовательно, всегда имеет место риск соприкосновения электрического тока с водой, что при определённых обстоятельствах может привести к короткому замыканию прибора, возгоранию или даже к поражению человека электрическим током.

## БЕРЕЖЁМ СЕБЯ И СВОИХ БЛИЗКИХ

Ingress Protection Rating (IP)\* — система классификации степеней защиты оболочки электрооборудования от проникновения твёрдых предметов и воды. В данном случае интересно последнее (рисунок 2). Чтобы определить степень защиты прибора, достаточно внимательно изучить условные обозначения на коробке с выбранным светильником.



Рисунок 2. Проверка светильника на IPX5

Если упаковка или документация товара не имеет подобной информации, то, вероятнее всего, прибор не является защищённым и выбирать его категорически нельзя. Не следует в этом случае опираться на уверения продавца, утверждающего, что прибор безопасен. Ведь его задача — продать, а наша — купить эстетичный и, главное, безопасный прибор.

Итак, вернёмся к условным обозначениям. Код IP44 указывает, что светильник защищён от случайных брызг воды, а вот код IP 65 гарантирует защищённость светильника даже при попадании прямой струи воды. Это и должно определять наш выбор, соответствующий точке размещения светильника в ванной комнате.

При этом класс защиты от поражения электрическим током\*, который также должен быть обязательно указан, не может быть ниже I. Идеальный вариант — класс II, и здесь никаких других допустимых норм быть не может, как бы ни приглянулся вам внешний вид светильника.

## СОЗДАЁМ КОМФОРТНУЮ СВЕТОВУЮ СРЕДУ

От яркости светильника зависит комфортная световая среда в помещении и безопасность здоровья, в том числе ваших глаз. Уровень яркости должен быть достаточно высоким, но не избыточным. Прямое попадание света в глаза не только вредно, но и может привести к возникновению эффекта ослеплённости\*, что может привести к временной дезориентации в пространстве, особенно у пожилых людей. Это опасно в таком влажном помещении, как ванная комната, где можно поскользнуться и упасть, причём не без последствий.

Есть несколько путей для решения этой проблемы. Желательно обратить внимание на тип рассеивателя. В нашем случае лучше использовать молочное стекло или опал (рисунок 3). Дело в том, что такой тип рассеивателя позволяет избежать возникновения эффекта ослеплённости. Подобный эффект возникает при отражении света в помещении с глянцевой отделкой, с большим количеством зер-

кал или влажными поверхностями. В ванной комнате отражающий эффект практически неизбежен.



Рисунок 3. Светильники с матовым рассеивателем

Молочное или матовое стекло эффективно рассеивает световой поток, позволяет избежать избыточной яркости. Но если вы всё-таки остановились на светильнике с прозрачным стеклом, то следует располагать его выше линии зрения, на потолке, но ни в коем случае не над самой ванной, в которой предпочитаете лежать, чтобы избежать прямого попадания света в глаза.

Итак, мы выбрали светодиодные светильники из пластика или из металла с антикоррозийным покрытием, с молочным рассеивателем, IP 65, со II классом защиты от поражения электрическим током.

Светодиоды бывают как белыми с различной цветовой температурой, так и цветными. Есть два важных параметра, влияющих на комфорт — цветовая температура и коэффициент (индекс) цветопередачи. С одной стороны, цветовая температура 4000 К позволит взбодриться утром и привести себя в порядок. При такой цветовой температуре цвет кожи и волос выглядит более реалистично, что особенно важно при нанесении макияжа, бритье, окраске волос. С другой стороны, на наше



Рисунок 4. Источники света с различными цветовыми температурами (слева направо от тёплых к холодным)

### Низкий индекс цветопередачи



### Высокий индекс цветопередачи 80 Ra



Рисунок 5. Сравнение индексов цветопередачи

восприятие общей картины влияет и цвет отделочных материалов помещения. С этой точки зрения для ванной с отделкой в тёплых тонах стоит выбрать цветовую температуру не более 3500 К, в холодных — не более 5000 К (рисунок 4).

Неискушённый потребитель редко обращает внимание и на коэффициент цветопередачи. Однако именно он показывает, насколько натурально выглядят окружающие нас цвета в свете искусственного источника (рисунок 5). Ra 80 — достаточно высокий индекс цветопередачи, при котором цвета передаются без искажений.

## ЧТО НУЖНО ЗНАТЬ ОБ ИСТОЧНИКЕ ПИТАНИЯ?

Поговорим об источнике питания, так как он также влияет на характеристики светодиодного светильника. Важной характеристикой светильника, которую по большей части обеспечивает именно источник питания, является коэффициент мощности, который показывает, насколько эффективно прибор использует электроэнергию. Информация о коэффициенте мощности находится в паспорте светильника, который является обязательным

приложением к прибору. Максимальное значение коэффициента мощности — единица. Чем выше коэффициент мощности, тем лучше (эффективнее) светильник использует электроэнергию.

Если скрупулёзно подходить к выбору, то стоит поискать информацию о пульсации светильника (как заметных, так и незаметных мерцаниях), которые также будут зависеть от источника питания. В хороших светодиодных светильниках с качественными источниками питания такие мерцания практически отсутствуют. Важно помнить, что чем выше коэффициент пульсаций, тем быстрее будут уставать ваши глаза, что не позволит вам комфортно принимать ванну. Коэффициент пульсаций не должен превышать 15 %.

## СЕРТИФИКАТЫ — ЭТО ВАЖНО!

Светильники представлены на рынке в большом многообразии, и если светильник удовлетворяет всем требованиям (как техническим, так и эстетическим), то как же выбрать наиболее качественный?

Прежде всего стоит обращать внимание на наличие исчерпывающей информации по данному светильнику, документов: технического паспорта, гарантии на светильник и сертификатов или деклараций (рисунок 6). В противном случае вы рискуете приобрести красивый, но контрафактный продукт, которых, увы, сейчас в изобилии. Светильники должны иметь следующие сертификаты:

- ТР ТС 004 — подтверждает соответствие низковольтного оборудования требованиям безопасности;
- ТР ТС 020 — подтверждает соответствие оборудования требованиям по электромагнитной совместимости;
- ТР ТС 037 — подтверждает соответствие техническому регламенту «Об ограничении применения опасных веществ в изделиях электротехники и радиоэлектроники».

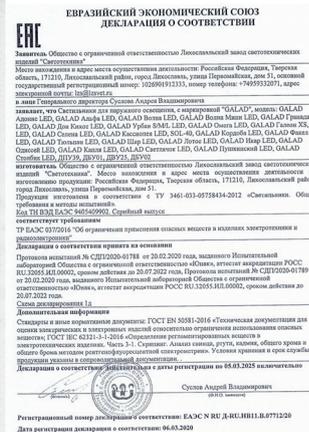
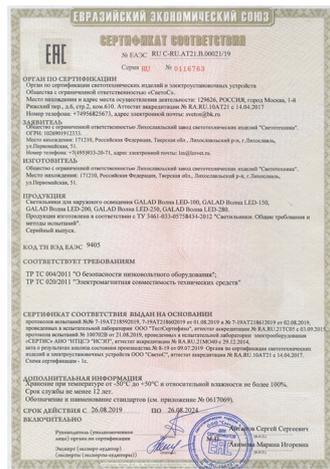


Рисунок 6. Сертификат соответствия (слева) и декларация о соответствии (справа)

## ПОЛЕЗНЫЕ СОВЕТЫ

Размещение светильников никак не регламентируется, однако следует учесть некоторые советы по размещению приборов освещения в ванной комнате.

Прежде чем размещать светильники в ванной комнате, следует разграничить помещение на несколько зон и, соответственно, продумать освещение под конкретные задачи.

Например, в части помещения, непосредственно включающей в себя ванну или душ, лучше всего использовать общее верхнее освещение (потолочные светильники) с повышенными требованиями к безопасности и дополнять их решением в виде закарнизной подсветки при помощи светодиодных лент (рисунок 7).



Рисунок 7. Общее верхнее освещение и закарнизная подсветка

В зоне зеркала и умывальника рекомендуется использовать локальное освещение. Подсветка зеркала (рисунок 8) чаще всего решает дополнительную, в том числе декоративную, задачу, но является плохим помощником для процедур, которые требуют направленного света (гигиенический маникюр, коррекция бровей, чистка лица и так далее). В этом случае лучше установить регулируемые бра или, что очень неплохо, светильники типа спот, которые обеспечат нужное направление падения света.



Рисунок 8. Подсветка зеркала

Не забудьте про рабочую зону! Как правило, стиральные машины устанавливаются в ванной в углу помещения. Вы ведь часто видели, как тот, кто забрасывает или вынимает бельё перед или после стирки, выходит из ванной к более яркому свету, чтобы, например, рассмотреть какое-нибудь пятно на рубашке. Эта проблема решается, если установить в данной зоне локальное освещение в виде регулируемого светильника типа спот.

Художественное освещение создаст атмосферу спокойствия и уюта, когда вы расслабляетесь, выполняя определённые процедуры, или просто отдыхаете, принимая ванну, погрузившись в мыльную, пышную пену. Многие люди предпочитают использовать даже свечи, что небезопасно. С одной стороны, есть риск возгорания и можно обжечься, с другой, есть риск потушить свечу нечаянными брызгами и очутиться в крошечной тьме.

## ПОЧЕМУ В ВАННОЙ ЧАСТО ПОЮТ?

Вы когда-нибудь замечали, что люди (особенно не умеющие и стесняющиеся делать это на публике) в ванной часто поют? Поют они громко и с наслаждением. Причина этому есть — ощущение того, что ты один в этом мире, а хорошая акустика — лишь приятное дополнение. Здорово, что есть такое место для выброса негативной энергии, для омовения и очищения, где человек полностью свободен. Вода, уединение и освещение — три составляющие этой свободы. Светодиодные источники света — это обилие дополнительных возможностей для создания неповторимой атмосферы не только для тела, но и для души. Полёт фантазии при освещении ванной комнаты не ограничен. Интересен вариант использования светильников с непрямым светом, например, закарнизная подсветка, которая играет роль исключительно декоративную. Можно применять и светодиодные управляемые ленты. При этом необходимо обращать внимание на характеристики, о которых мы писали выше. Можно использовать прибор с тремя цветными светодиодами R, G и B, установленными на одной матрице.

В дополнительных опциях светильник может иметь управление по Bluetooth, Wi-Fi, при помощи ИК-пульта или диммера. Применять эти опции или нет — выбор каждого, но, несомненно, управляемые светодиодные светильники внесут большую вариативность. Так при помощи управления можно понижать или повышать яркость, менять цвет, используя модели цветных светодиодов, устанавливать даже свето-(цвето-) музыку, выбирать любые сценарии освещения, подстраивая их под собственное настроение, и не бояться, что забудешь выключить свет, когда закончишь все процедуры (что позволит экономить электроэнергию).

В наше время при помощи освещения вы можете создать для себя островок уединения и наслаждения. Это поможет отдохнуть, расслабиться, на время отключиться от повседневных забот и тревог, что очень важно для вашего здоровья, эмоционального равновесия и полноценного отдыха.



## КАЗАНЬ — В АССОЦИАЦИИ LUCI



Казань вступила в международную ассоциацию по вопросам городского освещения Lighting Urban Community International (LUCI), которая использует свет как инструмент для социального, культурного и экономического развития. До настоящего времени из всех российских городов только Москва была включена в LUCI. Став членом ассоциации, Казань сможет делиться мастерством в области наружного освещения с другими городами, так как целью проекта LUCI является объединение муниципалитетов со всего мира в международную сеть городов света, отмечают в мэрии Казани.

Созданная в 2002 году по инициативе Лиона, сегодня LUCI является некоммерческой организацией, объединяющей более 70 городов-членов по всему миру, которые используют свет как инструмент социального, культурного и экономического развития. В состав организации также входят более 40 ассоциированных членов из светотехнической отрасли, проектных агентств и научно-исследовательских институтов.



## УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЕ ПОЛЕ



20000 м<sup>2</sup> инопланетного пейзажа — это вовсе не прихоть безумного дизайнера, а новый способ борьбы с сокращением биоразнообразия.

Красный, розовый, синий, фиолетовый — как будто огромный кусок закатного неба выплеснулся на поля и лежит теперь перед нами насколько хватает взгляда. Это Grow (Post) — световая инсталляция площадью 20000 м<sup>2</sup>, созданная роттердамским дизайнером Дааном Роозегаарде (Daan Roosegaarde).

Как говорит о своем проекте сам Даан, с одной стороны, эта инсталляция по-новому открывает для нас красоту земледелия, а с другой, позволяет сделать сельское хозяйство более устойчивым.

Специально разработанная подсветка не только превращает поле в «визуальный спектакль», способный по красоте сравниться с самыми удивительными явлениями природы, но и может снизить использование пестицидов на 50 %.



## СВЕТ В РУКАХ ХУДОЖНИКА



В Санкт-Петербурге подготовлена концепция использования световых арт-объектов на фасадах домов. Для создания комфортной среды одних только фонарей на улицах уже мало. Поэтому специалисты ищут новые способы применения светового дизайна, предлагая новые варианты и новые технологии архитектурной подсветки. По словам эксперта Сергея Мителева, суть инновационной подсветки состоит в том, что в оконных проёмах исторических зданий вместо светодиодных светильников, которые обычно используют для художественного освещения фасадов, устанавливаются специальные проекторы, передающие изображения. Принцип действия этого оборудования похож на то, как работают приборы, с помощью которых мы в детстве смотрели диафильмы. Только теперь эти слайды несут информационную нагрузку. Одним из первых к этой программе был подключен Музей Фёдора Достоевского. На фасаде здания в Кузнечном переулке в конце прошлого года можно было увидеть портрет писателя. В ближайшем будущем другие дома в центре могут украсить световыми полотнами.

## ТЁМНАЯ СТОРОНА СВЕТОДИОДНЫХ СВЕТИЛЬНИКОВ



Учёные из центра экологии и гидрологии Великобритании выяснили, что светодиодные уличные фонари сокращают численность насекомых. Ранее учёные предполагали, что искусственное освещение негативно влияет на популяцию насекомых, однако не было точно известно, насколько этот вред силён.

Авторы в новой работе сравнили 26 участков у дороги, на которых росла изгородь или трава, освещённая светильником, и аналогичное количество участков без света. Во время исследования насекомых на этих участках авторы отдавали предпочтение гусеницам, которые обычно остаются недалеко от места, где вылупились, пока не научатся летать.

В результате выяснилось, что популяция насекомых снижается на 47 % у живых изгородей и на 37 % у придорожных лужаек, освещаемых светильниками. В качестве объекта исследования были выбраны гусеницы моли.



# БУДУЩЕЕ СВЕТЛОГО ГОРОДА НА ПРОСПЕКТЕ МИРА. ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ

В этом номере мы завершаем рассказ про экспозицию в Москве, расположенную в главном офисе Международной светотехнической корпорации БЛ ГРУПП. В этот раз мы узнаем, как освещение позволяет архитектурным объектам заиграть новыми красками, как обеспечить всем школьникам комфортное освещение при работе с доской и как могут помочь специальные осветительные установки в экстренных ситуациях. Кстати теперь шоурум работает как музей, поэтому все желающие могут сходить сюда на экскурсию и увидеть необычные экспонаты своими глазами. Ведь на страницах журнала мы рассказали далеко не о всех участниках экспозиции, а также нет сомнений в том, что коллекция будет регулярно пополняться, так как корпорация активно продолжает разрабатывать новые изделия.

## АРХИТЕКТУРНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

**А**рхитектурное освещение играет всё большую роль в вечерней жизни городов, становится всё разнообразнее, поскольку и современная архитектура сегодня очень непростая. Светодиодные светильники интегрируются в архитектурную среду,

подчёркивая её достоинства и в то же время становясь самостоятельным художественным элементом в городе.

Светильник Контур LED выполняет задачу контурной подсветки, при этом реализуется поиксельное беспроводное управление через планшет. Расположенные в ряд, эти светильники могут составить непрерывную линию. Они доступны



как в белом монохромном, так и в разноцветном RGB-исполнениях.

Прожектор Аврора LED может выполнять задачи акцентного освещения колонн, вертикальных элементов фасада и различных архитектурных деталей. Аврора LED имеет мощностной ряд от 24 до 180 Вт.

Vega LED относится к эконом-сегменту и имеет выносной блок питания. Благодаря этому светильник занимает меньше места, и его проще «спрятать» при монтаже и не портить архитектурный облик здания.

Альтаир LED имеет встроенный блок питания. Доступен в RGBW исполнении. Светильники можно объединять в непрерывную линию.



*Светильник для освещения школьной доски*

## ОСВЕЩЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ

Светильник Юниор LED предназначен для применения в образовательных учреждениях. Для снижения слепящего эффекта применяется матированный рассеиватель, а также используется большое количество светодиодов: их число может достигать 256, чтобы создавать эффект идеального равномерного свечения. Индекс цветопередачи у Юниора LED превышает 80.

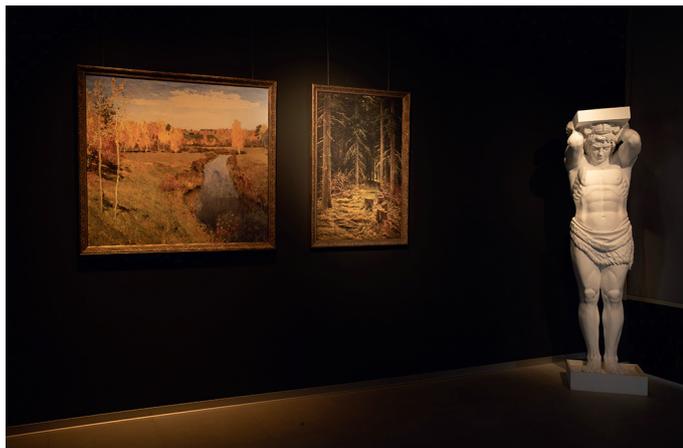
Юниор LED может применяться также для освещения офисов и других помещений, управление светильниками может осуществляться с помощью приложений на планшете.

Задача освещения школьных досок решается специально разработанным для этого светильником — GALAD Вектор LED. Он располагается над доской, а его оптическая система создана так, чтобы обеспечивать высокую вертикальную освещённость на поверхности доски и не создавать слепящего эффекта. Информацию, записанную на доске, видно с любой парты. Светильник также может быть использован для освещения интерактивных досок и экранов для проведения презентаций.

## ОСВЕЩЕНИЕ МУЗЕЕВ

В музеях освещение должно одновременно решать две задачи: обеспечивать сохранность экспонатов, и при этом посетители должны видеть художественные произведения в том виде, в каком их задумывал художник. В импровизированном музее представлен спектр возможностей по освещению произведений искусства и работа системы управления освещением.

Афродита LED и Ника LED — два основных светильника, на основе которых создаются решения для музеев. Афродита LED — это многофункциональный светильник с широким диапазоном мощностей от 6 до 30 Вт. Возможно применение различных видов оптики и вариантов цветовых температур для акцентного освещения. Ника LED используется для фоновой засветки. На корпусе имеется потенциометр, с помощью которого можно менять яркость, благодаря чему светильник можно использовать на постоянно обновляющихся экспозициях.



*Светильники для музейного освещения*

## ПЕРЕДВИЖНЫЕ ОСВЕТИТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ

Передвижные осветительные установки или устройства мобильного освещения предназначены для временного освещения промышленных и производственных площадей, объектов строительства, мест катастроф, аварий, а также при отсутствии электроэнергии или проведении ремонтных работ.

Мобильные установки на базе прожекторов — эффективное решение для экстренного развёртывания на местности в случае природных и техногенных катастроф и других задач экстренного реагирования. Каждая установка изготавливается индивидуально в зависимости от задач и объекта.

## СВЕТИЛЬНИКИ ДЛЯ ЖКХ

Для освещения помещения жилищно-коммунального хозяйства изготавливаются энергоэффективные светильники в прочном антивандальном корпусе, в том числе с высокой степенью защиты для размещения на улице. Корпуса светильников выполнены из ударопрочного поликарбоната. Световые приборы для ЖКХ могут комплектоваться датчиками света и звука и легко интегрируются в системы управления освещением.

Светильники для ЖКХ используются не только для освещения подъездов, лестничных клеток, площадок, лифтовых холлов. Монтаж продукции этого типа также производится в гаражах, подвалах, подсобных и технических помещениях, бытовках, коридорах, а также пространств под козырьками и навесами на придомовых и уличных территориях.



*Светильники для ЖКХ*



*Мобильная осветительная установка*



Журнал "Светотехника" для детей и их родителей — это детское научно-популярное издание о свете и светотехнике. Мы позиционируем его как детское Приложение к научному журналу "Светотехника" с почётным званием старейшего, входящему во все международные наукоёмкие базы данных. Богатейшие традиции, представительный международный состав редакционной коллегии — гарантия качества материалов. В простом и доступном изложении погружаем в удивительный мир света и не только!



# УЛЬТРАФИОЛЕТОВАЯ ИСТОРИЯ

**Бушующая уже второй год по всей планете массовая эпидемия — пандемия Covid-19 — требует от всех нас применения максимальных мер предосторожности. Эта болезнь агрессивна и коварна. Мы уже привыкли к ношению масок, но живой вирус может оставаться на предметах одежды, обуви, мебели, домашних вещах, с которыми соприкасается человек, да и просто в воздухе квартиры, школы или кафе. Как же обезопасить окружающий нас мир вещей и предотвратить заражение человека? Наука нашла решение этой проблемы, и мы с вами этим поделимся. Рассказывает специальный корреспондент Серый Евгений Самулович.**

**Ч**еловечество на самом раннем этапе своего развития признавало Солнце источником жизни. Солнце обожествляли, восхваляли, славил, верили (и не безосновательно) в его жизненную силу. Всё это отражено и в самых древних наскальных рисунках, и в египетских иероглифах, так как для египетского народа Ра — бог солнца — был верховным божеством.

До начала 19-го века учёные были убеждены, что солнечный свет воздействует на нас исключительно за счёт тепловых свойств собственных лучей. Сомнения возникли в 1825 году, когда британский врач сэр Эверхард Хоум, первый хирург госпиталя Святого Георгия в Лондоне, личный врач английского короля и член Королевского общества, опубликовал свои наблюдения, основанные на воспоминаниях о событии, происшедшем с ним на корабле по пути в Западную Индию. Заснув на палубе в льняных брюках, он, тогда ещё 15-летний юноша, получил странное покраснение, «воспаление кожи ног» и длительные болезненные ощущения, как при ожоге. Все стали предполагать, что его покусало какое-то насекомое, с чем ему было трудно согласиться, так как следов от укусов не было. Произошло это с ним в 1771 году, а в 1818 году он услышал историю о рыбке, которая изменила свой окрас с серебристого на тёмный после того, как вокруг пруда спилили деревья, лишив водную гладь теневой завесы. Понимая, что температура воды должна была нивелировать тепловую энергию



солнечных лучей, и, следовательно, загар (ожог) на спинке рыбы возникнуть не мог, сэръ Хоум в 1820 году проделал свой примитивный эксперимент. Одну руку накрыл тёмной тканью, другую обнажил и подставил одновременно обе руки под яркие солнечные лучи. Через 30 минут замерил температуру на каждой конечности. Рука под тёмной тканью прогрелась до температуры 1060 градусов по Фаренгейту, а не защищённая тканью рука всего до 980. Но при том, что температура на оголённой руке была ниже, кожа на ней покраснела, а прикрытая тканью рука при более высокой температуре внешних изменений не имела. Впоследствии он повторил опыт на темнокожем человеке и убедился, что тёмная пигментация не подвержена ожогам от солнечных лучей. В результате наблюдений Хоум первым в мире выдвинул гипотезу о химическом эффекте солнечных лучей, а не тепловом, как считали ранее.

Почти тогда же польский врач Снядецкий (рисунок 1) опубликовал наблюдения об эффективном методе лечения детского рахита под действием солнечных лучей, а чуть позже, в 1890 году, английский врач Пальм, применяя солнечные ванны в качестве терапевтических процедур для лечения рахита у детей и ряда других заболеваний, предложил устанавливать датчики, регистрирующие именно химические, а не тепловые свойства солнечных лучей.

Однако принять в то время все эти гипотезы науке было трудно. И это не смотря на то, что ультрафиолетовые лучи к этому периоду были уже известны.

Сейчас мы, конечно, знаем то, что видимый нашим глазом свет — всего лишь небольшая часть излучения Солнца, а бó льшую занимает невидимое излучение. Понимаем, что ультрафиолет (УФ) — это часть электромагнитного невидимого излучаемого спектра, лежащего между видимым и рентгеновским спектрами. Что восприятие фиолетового цвета возникает из-за самых коротких длин волн, которые всё ещё видны глазу. Не подвергается сомнению и то, что длины волн ультрафиолета находятся в пределах от 10 до 380 нм, и человек не воспринимает такое излучение глазами, но его видят некоторые виды насекомых, например, пчёлы.



Рисунок 1. Польский врач Енджей Снядецкий

Ультрафиолетовое излучение способно на многое, например, может разрушить нужные органические связи, что, с одной стороны, делает его враждебным нам, с другой, может служить человечеству во благо, использоваться при синтезе и разложении различных веществ. Пример: синтез витаминов D2 и D3 в фотохимии или разложение веществ — распад хлораминов во время очистки воды в плавательных бассейнах, когда используется УФ-свет с длиной волны 185 нм.

Вообще ультрафиолетовое излучение можно разделить на три диапазона (рисунок 2).

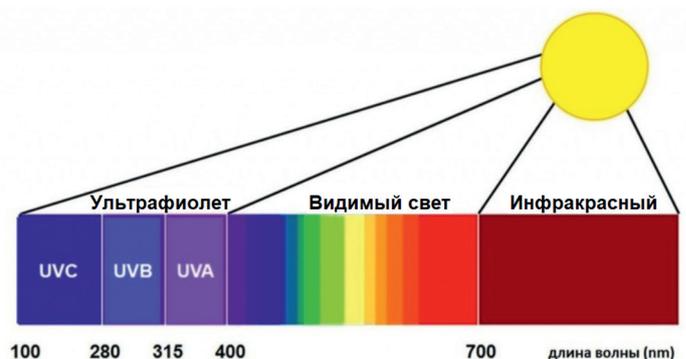


Рисунок 2. Подтипы ультрафиолетового излучения

Жёсткий ультрафиолет UVC — с длиной волны от 100 до 280 нм. Это солнечное излучение, которое стерилизует всё вокруг. От полной стерилизации нас защищает озоновый слой атмосферы Земли. Но именно этот вид излучения и используют для дезинфекции помещений и предметов.

Средний ультрафиолет UVB — с длиной волны от 280 до 315 нм. Это излучение в основном блокируется озоновым слоем Земли и плохо проходит через облачный покров. UVB излучение в разумных дозах, проникая через кожный покров, стимулирует в организме человека выработку полезного для здоровья витамина D, а также способствует появлению загара на нашей коже. Хотя надо понимать, что УФ-свет с длиной волны менее 300 нм может быть вреден для здоровья, особенно для кожи и глаз.

А вот длинноволновый ультрафиолет UVA с длиной волны от 315 до 400 нм проникает практически через все препятствия, его ещё называют «чёрным светом».

## ХРОНОЛОГИЯ ОТКРЫТИЯ УЛЬТРАФИОЛЕТА

200 лет назад в 1801 году великое открытие немецкого учёного И. Риттера — ультрафиолетовые лучи — потрясло научный мир. В 1825 году, как мы описали выше, появляется гипотеза о химических, а не тепловых свойствах солнечных лучей. А вот точкой отсчёта первого опыта практического применения ультрафиолета стал 1877 год, когда английские учёные Доун и Блаунт доказали бактерицидное действие ультрафиолетового излучения и, изучив его спектр действия, добились дезинфекции воды при помощи УФ-лучей.

О том, что воздействие ультрафиолетовых лучей для микроорганизмов губительно, было открыто только через 15 лет после первого применения, в 1892 году, английским учёным Гарри Маршалом Вардом. А через 7 лет после этого Ричард Кёх получил первый образец кварцевого стекла из расплавленного горного хрусталя, способного пропускать сквозь себя ультрафиолет.

Это стало основой для создания им же первого искусственного источника ультрафиолета. В 1904 году Ричард Кёх дарит миру первую ртутно-кварцевую лампу, которая становится мощным источником бактерицидного обеззараживания.

Для медицинских целей появляется источник излучения, в котором доля ультрафиолетовых лучей намного больше, чем в солнечном свете, со значительным антибактериальным эффектом.

Сегодня уже все знают, что строго нормированные УФ дозы благоприятно влияют на организм человека, на рост и развитие комнатных растений, домашних животных. Они очищают воздух в помещении от вредных микробов, проникая внутрь ДНК болезнетворного организма, и уничтожают его изнутри (рисунок 3). Основопологающее здесь заключается в словах «строго нормированные», поскольку не соблюдение норм может обернуться обратным эффектом.

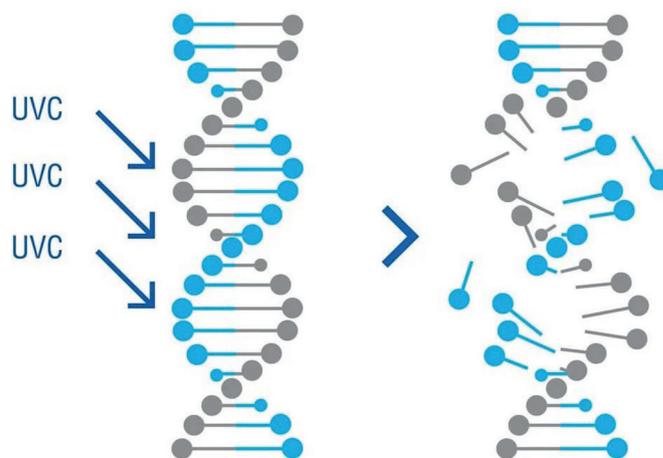


Рисунок 3. Действие ультрафиолета С на ДНК вируса

Но открытие такого рода до 1920 года всё-таки вызывало определённую настороженность. И это несмотря на то, что ещё в 1903 году датский физиотерапевт Нильс Финсен применил ультрафиолет для лечения туберкулёзной волчанки — туберкулёзного поражения кожи, затрагивающего, как правило, лицо и верхнюю половину туловища человека, что заканчивалось частичным или полным обезображиванием внешности. За такую победу над болезнью он был удостоен

Нобелевской премии и именно за применение ультрафиолета. И это был первый основательный прорыв в области использования ультрафиолета в медицине.

Лишь в 20-х годах были проведены первые лабораторные испытания УФ-излучения в борьбе с воздушно-капельными инфекциями, показавшие успешный результат, и была обнародована их успешность, и уже в 1930-х годах ультрафиолет начали активно применять в медицине.

В 1936 году Дерил Харт, ректор университета в США, профессор и глава кафедры хирургии, впервые использовал это электромагнитное излучение для стерилизации воздуха в хирургическом операционном помещении, при этом значительно снизился уровень послеоперационных инфекций.

В 1937 году область применения УФ обеззараживания была расширена, впервые такая бактерицидная модель была использована в обычной американской школе. Вентиляционная система была снабжена ультрафиолетовым бактерицидным облучателем, что значительно снизило уровень заболеваемости учеников различными воздушно-капельными инфекциями, в том числе и распространённой в то время корью.

В 1941 году провели массовый эксперимент с использованием УФ ламп, в результате которого стало понятно, что УФ-излучение помогает предотвратить распространение заболеваний, передающихся воздушно-капельным путём.

Практика кварцевания помещений получила распространение в мире в 70-80-х годах. Однако в результате работы кварцевой лампы образовывался озон, токсичный для человека в определённых концентрациях, поэтому кварцевание проводилось без людей в помещении, после чего помещение обязательно проветривалось, что делало применение таких приборов не совсем удобным.

В 1994 году конструкторское бюро Научно-производственного объединения им. С.А. Лавочкина получило патент «Устройство для обеззараживания воздуха помещений» — бактерицидный облучатель закрытого типа — первый рециркулятор с безозоновой лампой (рисунок 4). Рециркулятор удерживал УФ-излучение, что позволяло человеку без вреда для здоровья



Рисунок 4. Рециркулятор

находиться в обеззараживаемом помещении.

Почему так важно было сделать рециркулятор с безозоновой лампой? Испокон веков вокруг людей и внутри нас находятся различные микроорганизмы и полезные, и вредные, в том числе микробы и вирусы. Один из способов избавления от вредных микроорганизмов — применение кварцевых или бактерицидных ламп, излучающих ультрафиолет в определённом диапазоне спектра.

Основное свойство жёсткого ультрафиолета — способность воздействовать на молекулы кислорода. В результате этого воздействия образуется озон — трёхатомный кислород  $O_3$ , обладающий высокой окислительной способностью. Озон окисляет практически любые химические соединения, включая органические. Благодаря этому свойству озон используется как сильнейшее бактерицидное вещество, которое в тысячи раз сильнее хлора. Озон способен почти мгновенно уничтожить в месте своего взаимодействия все вирусы, бактерии, микробы, грибки и любые другие микроорганизмы.

Многочисленные исследования подтвердили, что в природе нет микроорганизмов, способных выработать привыкание или устойчивость к воздействию озона. Озон внедряется в структуру ДНК клеток любых микроорганизмов, которые находятся в зоне прямого действия лучей ультрафиолета, разрушает клетки, и они не могут больше воспроизводиться и через некоторое время погибают.

Озон опасен и для людей: он может вызвать ожоги кожи, а опаснее всего его воздействие на слизистые оболочки человека и роговицу глаз.

Не будем забывать, что в оптическом спектре жёсткое УФ-излучение находится по соседству с рентгеновским, воздействие которого на человеческий организм даже в медицинских целях строго регламентируется.

## КВАРЦЕВЫЕ И БАКТЕРИЦИДНЫЕ ЛАМПЫ

Эти два вида газоразрядных ламп имеют схожую конструкцию и очень похожи внешне, но они отличаются как по своим характеристикам, так и по применению. Если такие лампы перепутать, то может возникнуть серьёзная угроза здоровью людей. Поэтому для их безопасного использования нужно знать и понимать различия между ними.

Кварцевой лампой называют ртутную газоразрядную трубку с колбой, изготовленной из кварцевого стекла (рисунок 5). Основное её назначение — получение ультрафиолетового излучения. Кварцевая лампа содержит ртуть. Лампы подобного типа нашли довольно широкое применение в медицине и торговле, с их помощью происходит обеззараживание помещений, предметов, продуктов питания. Конструктивно лампа выполнена в виде цилиндрической стеклянной герметичной колбы из кварцевого стекла, заполненной инертным газом с небольшим количеством металлической ртути. В торцы колбы запаяны два электрода, при подаче напряжения на которые в трубке возникает тлеющий разряд, одновременно разогревающий колбу прибора. При этом ртуть из жидкого состояния переходит в газообразное и начинает излучать ультрафиолет. Кварцевое стекло беспрепятственно пропускает через себя практически весь спектр ультрафиолетового излучения.

Кварцевая лампа в процессе своей работы преобразует часть воздуха в озон (O<sub>3</sub>) — вредный для человека газ, как уже отмечалось, способный окислить всё, на что он попадает. Поэтому такая лампа может работать в помещении не дольше 15 — 30 минут, после чего помещение следует очень тщательно проветрить. Во время работы кварцевой лампы в режиме дезинфекции в помещении

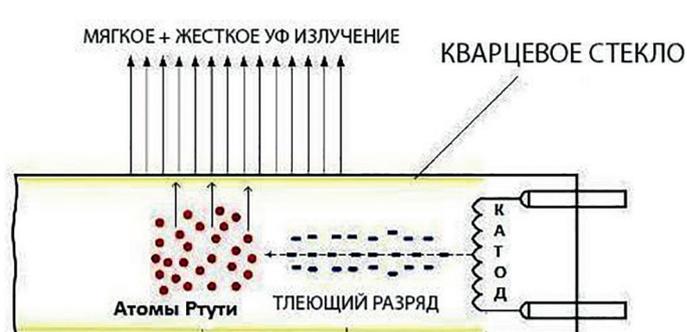


Рисунок 5. Принцип работы кварцевой лампы

не должны находиться люди, если только речь не идёт о специальных медицинских процедурах — кварцевании. Кроме того, перед включением кварцевой лампы из помещения необходимо вынести цветы и другие растения.

Процедуры на специально разработанном аппарате Кварц (рисунок 6) — достойная замена лекарственной терапии при определённых медицинских проблемах. Они должны проводиться со всей осторожностью при соответствующем уровне подготовки врачей для общего и местного облучения человека. Кварцевание позволяет нормализовать работу иммунной системы, улучшить проявления, вызванные дерматозом, оказывает благоприятное воздействие на внутренние органы, нормализуя их функции.



Рисунок 6. Кварцевый облучатель

При лечении воспалительных, инфекционных и простудных заболеваний кварцевая лампа помогает получить улучшение самочувствия за короткий срок, а за ним наблюдается и полное выздоровление в комплексе с лекарственной терапией. Кроме того, кварцевая лампа помогает восстановить в организме человека баланс витамина D, столь необходимого людям, в особенности в детском возрасте. Однако применение кварцевого облучения категорически запрещено при некоторых видах болезней.

Бактерицидная лампа (рисунок 7) также является газоразрядной. Она используется исключительно для дезинфицирования помещений и предметов. Конструктивно, за исключением колбы, бактерицидная лампа не отличается от кварцевой лампы. Стекланную трубку — колбу для такой лампы — изготавливают из увиолевого стекла. Оно отличается от кварцевого стекла тем, что не способствует образованию озона, так как такое стекло является фильтром для жёсткого излучения, а значит, прибор, оснащённый такой лампой, излучает только мягкий ультрафиолет.

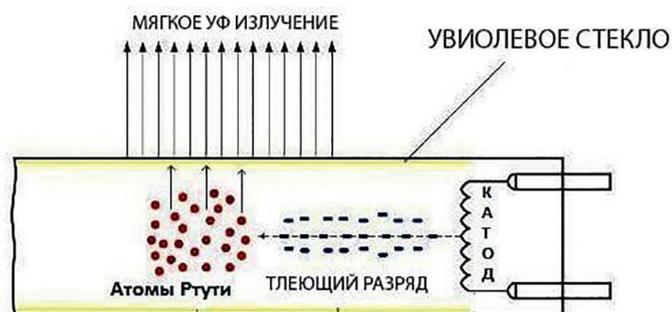


Рисунок 7. Принцип работы бактерицидной лампы

Под воздействием бактерицидной лампы большинство вирусов теряют способность к размножению и становятся безвредными. Проверено, что такая лампа надёжно защищает помещения и предметы, да и самого человека от самых известных на сегодняшний день вирусов, включая «птичий грипп» и Covid-19.

Бактерицидное излучение очищает воздух от вредоносных микроорганизмов, обеззараживает

воду. Такое излучение полезно для некоторых экзотических животных и растений.

По окончании работы бактерицидной лампы нет необходимости проветривать помещение и при её работе в помещении могут оставаться люди.

## УВИОЛЕВОЕ СТЕКЛО — УНИКАЛЬНАЯ РАЗРАБОТКА

До недавнего времени в России увиолевое стекло не производилось (его завозили из-за границы), но совсем недавно, в конце весны, на смоленском заводе АО «ЛЕДВАНС» началось массовое изготовление полуфабрикатов из увиолевого стекла для безозоновых бактерицидных ламп. Спроектированный и построенный для этого новый производственный комплекс, включающий в себя специальную печь мощностью до 10 тонн стекла в сутки, не имеет аналогов в России. Из увиолевого стекла на заводе выпускается трубка-полуфабрикат диаметром от 8 до 40 мм для стандартных размеров ламп. Сейчас в мире всего 5 таких печей: в Нидерландах, Польше, Венгрии, Китае, а теперь и в Смоленске.

Комплекс по производству трубки из увиолевого стекла состоит из трёх участков — это система для приготовления сухого концентрата увиолевого стекла, кислородно-топливная печь, где сухой концентрат нагревается до жидкого состояния, и линия вытяжки стеклотрубки (рисунок 8). Печь использует в качестве энергоносителя чистый кислород в сочетании с природным газом, а не обычный воздух, как при изготовлении стеклянной трубки для люминесцентных ламп общего освещения. Это необходимо, так как температура при варке увиолевого стекла — около 1500 °С, что на 150 °С выше, чем при варке обычного стекла.

Комплекс может эксплуатироваться полностью в автоматическом режиме. Контроль над процессом работы можно осуществлять в том числе и онлайн. Для этого была разработана специальная электронная система управления на базе современных цифровых контроллеров.



Рисунок 8. Протяжка трубки из увиолевого стекла

К концу текущего года завод планирует изготавливать до 35 млн трубок-полуфабрикатов для УФ-ламп (рисунок 9). Основное сырье для производства — песок, а также другие комплектующие российского производства.

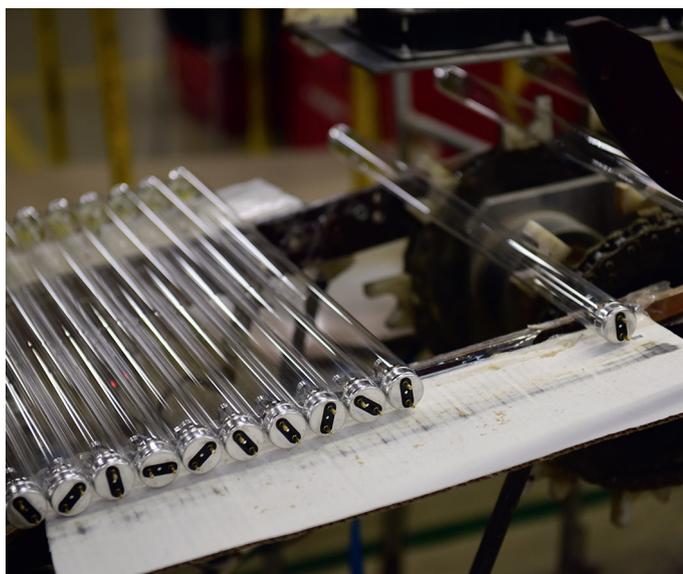


Рисунок 9. Готовые безозоновые бактерицидные лампы из увиолевого стекла

Как рассказал нашему изданию Дмитрий Соколов, менеджер по УФ-продуктам LEDVANCE: «Пациенты в послеоперационный период могут, например, получить осложнения или даже умереть

не от самой операции. Иммуитет человека после операции резко падает, опасность заразиться каким-либо вирусом в медучреждении резко возрастает. Могут наступить тяжёлые последствия для здоровья и даже летальный исход. К сожалению, практически все эти микроорганизмы резистентны к антибиотикам. А к ультрафиолету — нет. Безопасные излучатели с лампой из увиолевого стекла спасают многие тысячи жизней».

Так в чём же особенности этого стекла?

Стекло — твёрдый прозрачный аморфный материал, используемый практически во всех областях жизни, работы и производства. Одним из основных характеристик стекла является его прозрачность для видимого излучения и непроницаемость почти для всех ультрафиолетовых лучей. Именно поэтому загореть сквозь застеклённые окна даже при очень интенсивном солнечном излучении невозможно. В отличие от традиционного стекла, увиолевое проницаемо для ультрафиолета, оно обладает повышенной прозрачностью для ультрафиолетового излучения с длиной волны 220-254 нм. По внешнему виду и размерам листа увиолевое стекло не отличается от классических. Его уникальность — особый состав. Увиолевое стекло бывает трёх видов, которые отличаются друг от друга составом сырья.

Например, силикатное стекло содержит примерно 75 % диоксида кремния. Боросиликатное — 60-80 % диоксида кремния или 12-14 % оксида бора, а фосфатное — около 80 % трёхокси фосфора.

Кроме того, увиолевое стекло имеет в своём составе оксид алюминия, оксид магния, оксид кальция. В каждом из видов увиолевого стекла используются дополнительные специальные химические присадки, часто являющиеся коммерческой тайной производителя.

Важно то, что другие химические соединения, например, с железом, запрещены для изготовления увиолевого стекла. Ведь оксид железа, оксид хрома, диоксид титана, а также вещества, относящиеся к сульфидам тяжёлых металлов, включающие в себя железо, поглощают ультрафиолетовое излучение, что при изготовлении увиолевого стекла сводит на нет его главное свойство.

Солнечногорску «Триумф» — прибор мировой!  
Монтируя их, боремся с тьмой!

ООО «БЛ ИНЖИНИРИНГ»





Лихославльский завод  
светотехнических изделий  
«СВЕТОТЕХНИКА»



БООС ЛАЙТИНГ ГРУПП

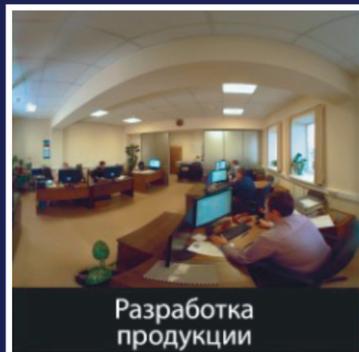


[www.bl-g.ru](http://www.bl-g.ru)

[www.galad.ru](http://www.galad.ru)



О заводе



Разработка  
продукции



Литьё алюминия



Инструментальный  
участок



Фрезерная  
обработка



Электрохимическая  
полировка



Изготовление  
оснастки



Участок  
покраски



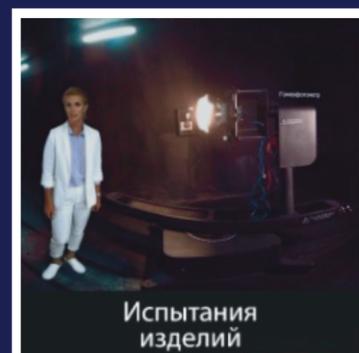
Литьё  
пластмасс



Участок сборки



Экспериментальный  
участок



Испытания  
изделий



Ссылка на виртуальный гид

Всё узнать о создании light fixture\*  
Виртуальный гид поможет вам.  
Сидя у экрана, отправляйтесь  
В 3D-тур по заводским цехам!

\*светильника



ООО «ЛЗСИ»  
171210, Тверская область, г. Лихославль,  
ул. Первомайская, 51



+7 (48-261) 3-59-04

# МУЗЕЙ СВЕТА

Открыты двери всегда  
В музее света МСК!  
Отличная весть!  
С проспекта Мира, 106



[www.bl-g.ru](http://www.bl-g.ru)

BL  
Group



Международная  
светотехническая  
корпорация



БООС ЛАЙТИНГ ГРУПП

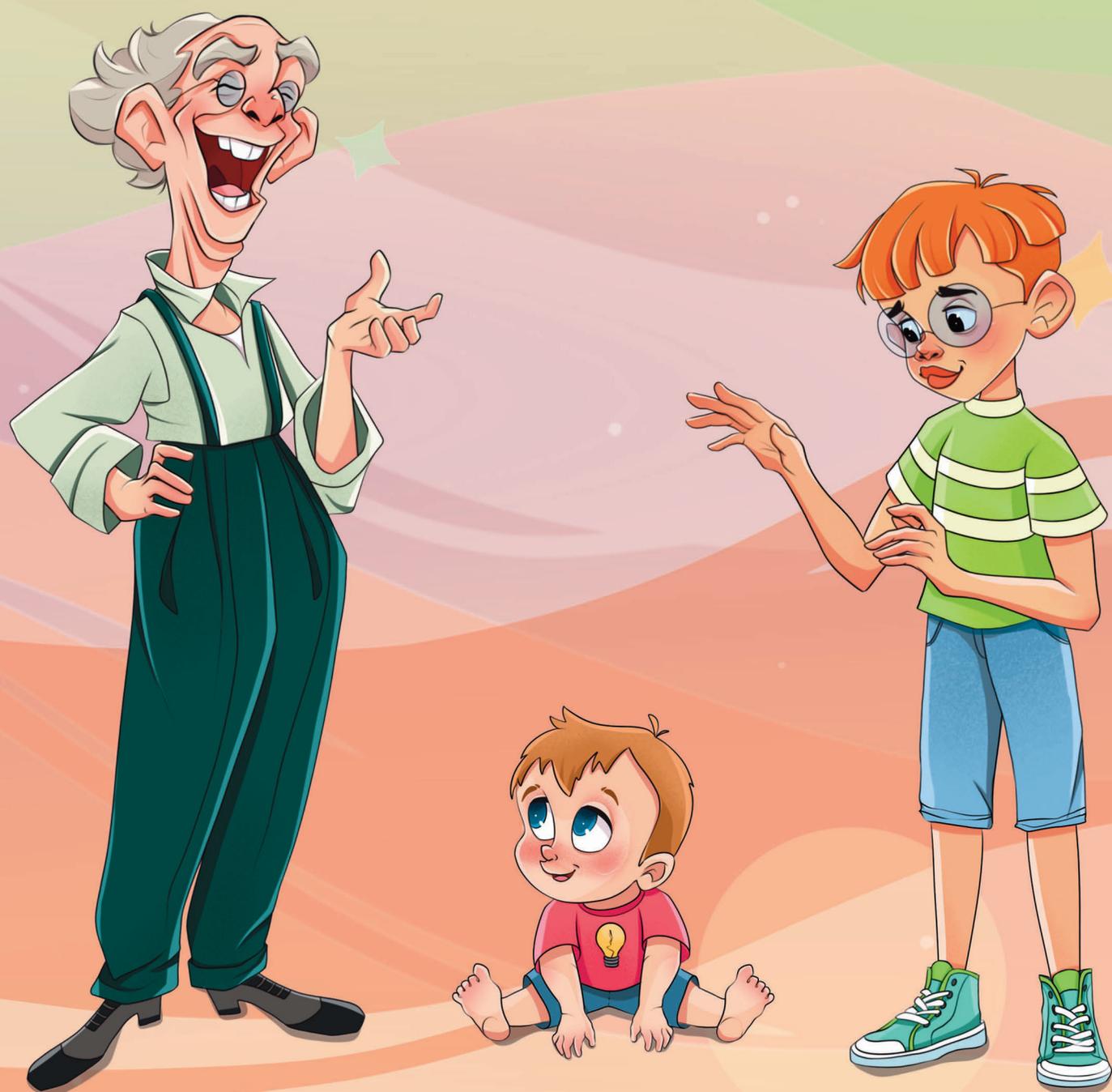


ООО МСК «БЛ ГРУПП»  
129626, г. Москва, проспект Мира, 106



+7 (495) 785-20-95

ДЛЯ  
МЛАДШИХ  
БРАТЬЕВ И СЕСТЁР





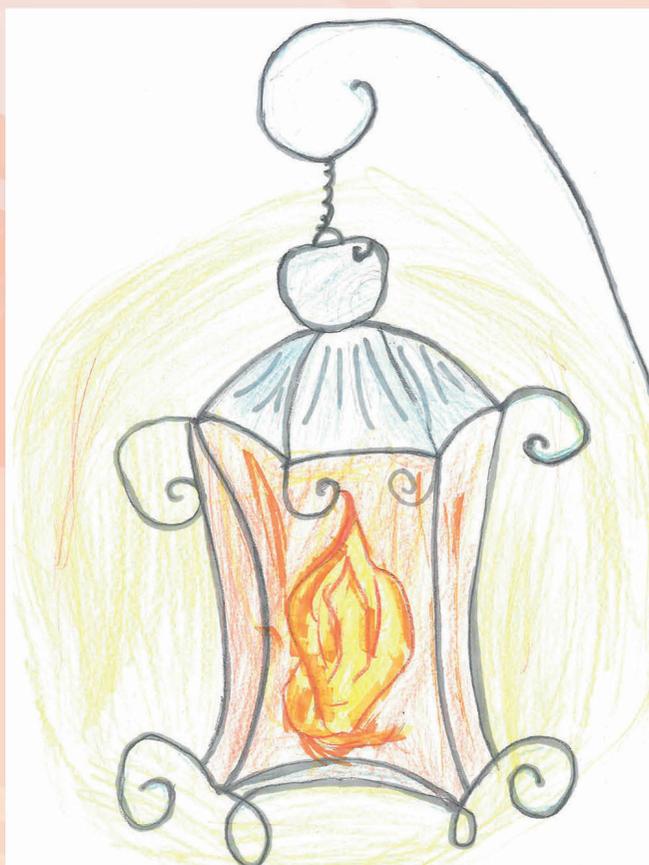
## КОНКУРС «СДЕЛАЙ САМ!»

Дорогой друг! Мы приглашаем тебя принять участие в нашем конкурсе. Даже будучи совсем юным, ты можешь стать дизайнером собственного светильника. Для этого тебе понадобится помощь родителей, патрон для лампы с проводом, светодиодная лампочка и море фантазии. Используй всё, что пожелаешь. Но не забывай о мерах безопасности. Смотри, какие необычные декоративные светильники могут получиться! Отправляй нам фотографии себя со своей работой на электронный адрес [basov@l-e-journal.com](mailto:basov@l-e-journal.com) и выигрывай призы. Также самые необычные светильники будут опубликованы в нашем журнале.





Полина Киселёва, 13 лет, г. Москва



Илья Голубенко, 11 лет, г. Тула

## ЗМЕЙ БОЯТЬСЯ — В ЛЕС НЕ ХОДИТЬ

Светознайка счастлив. Ему, городскому жителю, предстоит интересная поездка в подмосковный Егорьевский заказник. Это особая, охраняемая государством, природная зона, на территории которой встречаются редкие растения и животные, занесённые в Красную книгу. От нетерпения и любопытства он решил подробнее изучить виды флоры и фауны местности и, конечно, полез в интернет. В числе краснокнижных растений он нашёл интересные названия: «гудайера ползучая», «ветреница дубравная» и «некера перистая» (редкий вид древесного мха), которые его рассмешили. Посмотрел, как выглядят «шашечница дидима», «шашечница феба», «махаон» и «ареностола тростниковая» — редкие бабочки. Прочитал про поведение прыткой ящерицы, чёрного коршуна и речной выдры.

— А вдруг удастся увидеть! — мечтал он.

Однако настроение Светознайки резко испортилось, когда он наткнулся на статью, в которой описывалось, что в Егорьевском районе стали часто встречаться змеи гадюки, и были случаи укусов людей. Погрустнев, он уже хотел поделиться этой информацией с мамой, но тут раздался звонок в дверь. На пороге стоял профессор Люкс. Разговорившись за чашкой чая, Светознайка признался, что желание бродить по лесу у него пропало, когда он узнал об увеличении популяции змей, которых он очень боится. Профессор в ответ рассмеялся и вот что рассказал.

— Однажды мне довелось побывать в Тунисе, ездить на верблюде, любоваться бесконечными песками, камнями, оазисами. Как-то, когда стемнело, мы возвращались в отель. Я слез со своей двугорбой «лошади», чтобы подойти к одиноко стоящей пальме. Пройдя метров десять, оцепенел от ужаса, услышав под ногами шипение. Это был клубок змей. Покрывшись холодным потом, я замер. Буквально слился с окружающим пространством, чувствуя, как холодный ветер (конечно, холодный по африканским меркам) обволакивает всё моё тело. Через какое-то время змеи отползли, не обратив на меня никакого внимания.

Светознайка слушал профессора с широко открытыми от страха глазами. Увидев это, профессор рассмеялся.

— Знаешь, дружок, чтобы смело путешествовать, надо просто соблюдать определённые меры безопасности, знать особенности местности, повадки и особенности животных, с которыми можешь столкнуться, а змея — это дикое животное. У многих змей есть глаза, но они покрыты тонкой кожистой плёнкой и очень мутные. Зрение у них очень плохое, а вечерами ещё хуже. Если не шевелиться, змеи тебя даже не заметят. Правда, во время линьки зрение у них улучшается. Это происходит в основном с середины апреля до середины мая, и в этот период их тревожить никак нельзя. Они сбрасывают старую кожу вместе с этой глазной плёнкой, соответственно, видят намного лучше.

Есть у них и другой орган, который даёт змее намного больше информации об окружающем мире. Этот орган, который, как и глаза, находится на голове змеи, реагирует на тепло. Поэтому они ощущают добычу даже в полной темноте. Глаза и этот необычный орган вместе формируют картинку мира, которую ощущает змея. Это напоминает принцип работы устройства для измерения температуры разных объектов — тепловизора. Картинка, которую видит змея, похожа на ту, которую отображает тепловизор или любой прибор ночного видения. Выглядит это примерно так!

— Я понял! Змеи вас не тронули, потому что был вечер, вы были неподвижны, холодный пот и ветер снизил температуру тела, приблизив её к температуре воздуха. И всё это сделало вас для них незаметным. Но как мне быть, если всё это учесть не получится? — задумался Светознайка.

— Помнишь, я говорил тебе о мерах предосторожности? О них, конечно, забывать не стоит. Да и ты не в Африку собрался. В подмосковных лесах водятся в основном гадюки, а они сами на людей не нападают. Тем не менее, когда пойдёшь в лес или в заболоченную местность, защити ноги: не нужно надевать сланцы и шорты — лучше надень резиновые сапоги и брюки. Возьми с собой палку. Увидев трухлявые пни, валежник, грибы или ягоды, не торопись совать к ним руку. Проведи палкой по траве: змея, если она там есть, уползёт. Если увидишь вдруг змею, не приближайся к ней и уж тем более не пытайся поймать её или ударить палкой. Она будет вынуждена защищаться и может атаковать. Защищаясь, гадюка сворачивается в крендель, а атакуя, выбрасывается вперёд, но всего лишь на длину чуть больше 15-20 сантиметров. Смотри под ноги и поверь: гоняться змея, которая живёт в наших лесах, за тобой не будет. Да и издали просто тебя не увидит.



# КТО КАК ВИДИТ?

Найдите соответствия между животными и их восприятием окружающего мира

1.



А.



2.



Б.



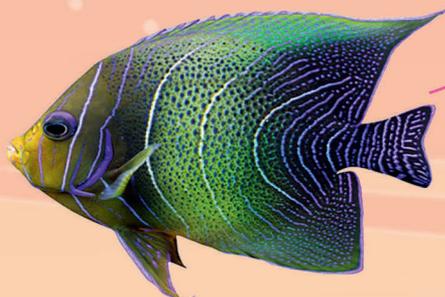
3.



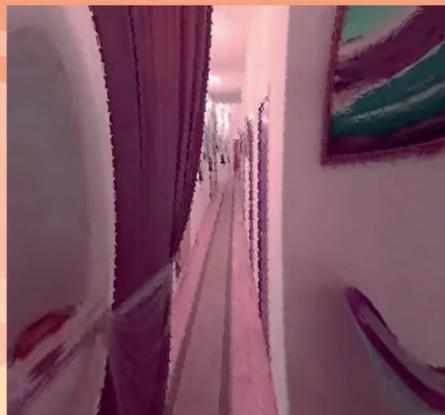
В.



4.



Г.



???