№7 • 2021

ISSN 0039-7067

СВЕТОТЕХНИКА

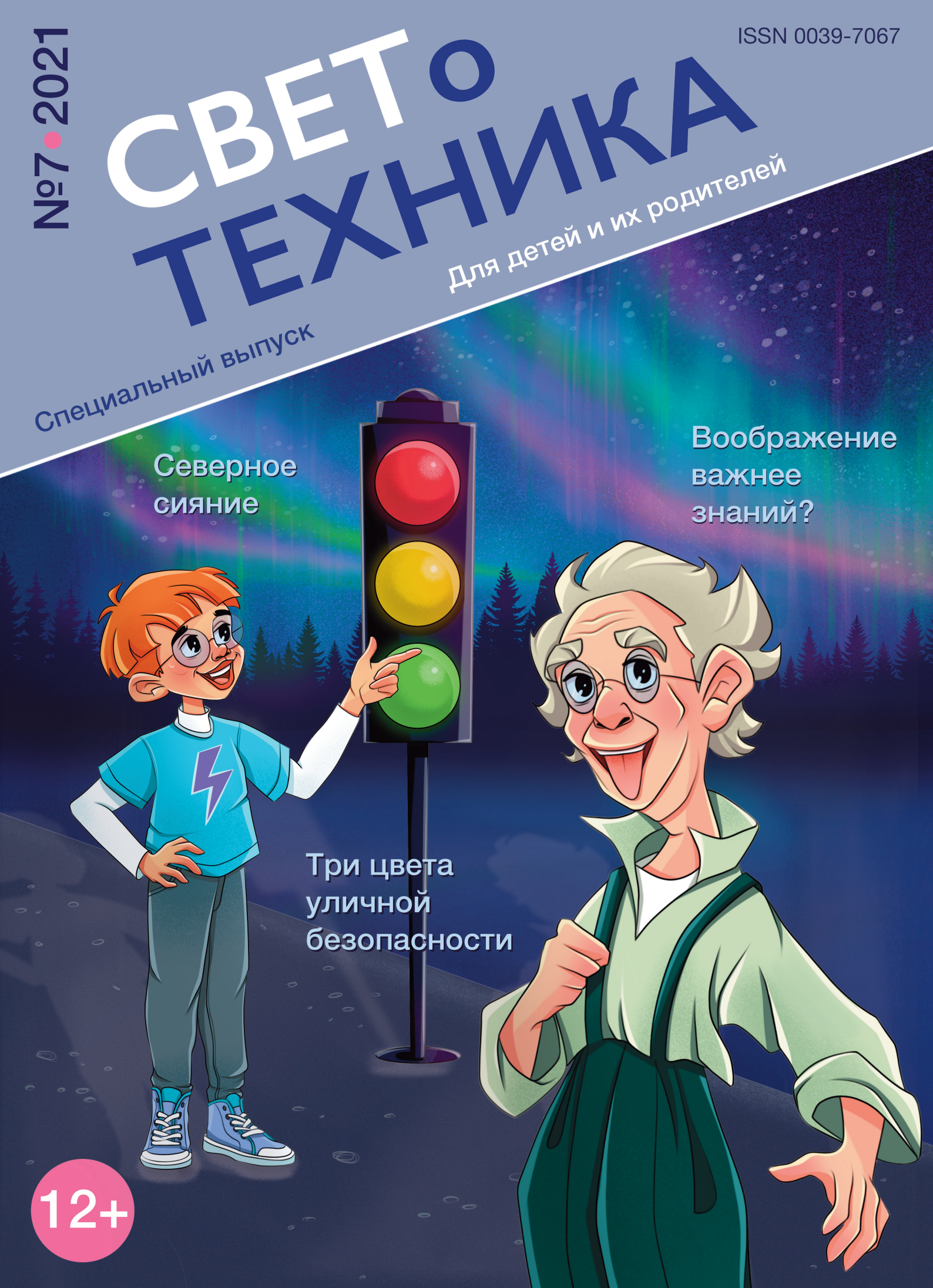
Для детей и их родителей

Специальный выпуск

Северное сияние

Воображение важнее знаний?

Три цвета уличной безопасности



12+

ОПОРА ИНЖИНИРИНГ

БООС ЛАЙТИНГ ГРУПП

www.opora-e.com

www.bl-g.ru

Опор надёжных чёткий лад,
Построен в строгом ритме ряд.
Они несут короны света,
Как освещения отряд

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!

У вас в руках седьмой выпуск журнала «Светотехника» — первый в 2021 году. В этот год мы вошли несколько обновлёнными. И не без вашей помощи!

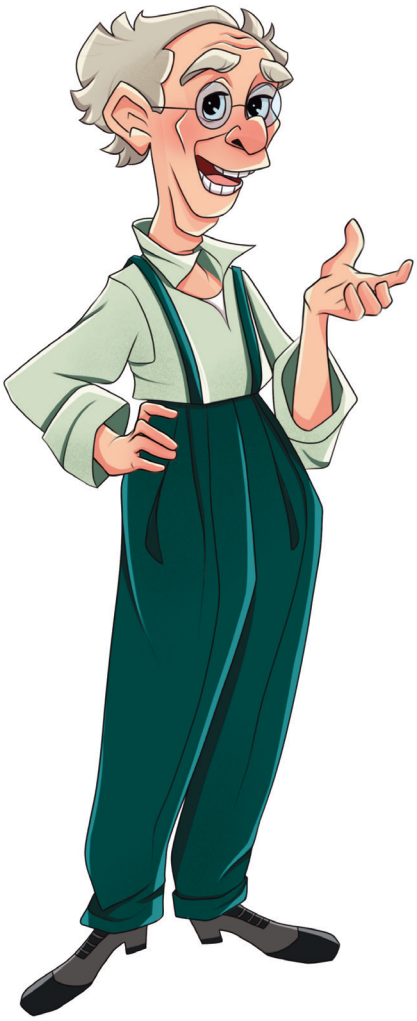
Во-первых, видоизменили обложку: постарались подчеркнуть широкий тематический диапазон материалов. Ведь мы рассказываем о свете, о его влиянии на среду обитания и его применении в различных сферах человеческой деятельности. Расширяем границы школьной образовательной программы. Даём, наряду с популярными, дополнительные научные знания сразу в нескольких областях науки: в физике, истории, географии, биологии, астрономии, ОБЖ. Раскрывая перспективы интереснейшей профессии «светотехник», формируем инженерное и IT мышление.

Во-вторых, учитывая то, что журнал предназначен для семейного чтения, а, значит, для людей разных возрастов, разного уровня образования и разных интересов, упростили постраничную навигацию. Теперь статьи градируются не только по рубрикам, но и по уровню сложности с помощью условных обозначений.

Наконец, мы дали возможность самым маленьким нашим читателям получить в руки свой мини журнал-игрушку.

И ещё... В каждом номере нашего журнала мы будем приглашать вас к участию в конкурсах. Победителей уже ждут приятные сюрпризы.

Профессор Люкс и Светознайка



СВЕТОТЕХНИКА
LIGHT & ENGINEERING

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
Издается с января 1932 года

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

Перепечатка статей и материалов из журнала «Светотехника» – только с разрешения редакции.
За содержание и редакцию информационных материалов ответственность несет источник информации.
Мнение редакции не всегда совпадает с мнением авторов статей.

ПОСТРАНИЧНЫЙ НАВИГАТОР

№ 7 • 2021
май

ПО СТРАНИЦАМ ИСТОРИИ

Красный, жёлтый, зелёный: три цвета уличной безопасности 4

Самые близкие звёзды 14

ПЫТЛИВЫЕ УМЫ

Иоганн Ламберт: от эксперимента к теоретической фотометрии 18

ВЕЛИКИЕ ОТКРЫТИЯ

Свет — двигатель человеческого мышления 24

ИЗ ЖИЗНИ ЗАМЕЧАТЕЛЬНЫХ ЛЮДЕЙ

Воображение важнее знаний! Так ли это? . . 30

НАУКА И ЖИЗНЬ

Почему мы видим окружающий мир цветным? 40

НАЙДИ РЕШЕНИЕ

Луч в зазеркалье 44

ВСЕ СТОРОНЫ СВЕТА

Полярное сияние: от мифов и страхов к наблюдению и пониманию 50

ЭВРИКА!!!

Эксперименты 58

УДИВИТЕЛЬНОЕ РЯДОМ

Интересные факты 60

ПРОВЕРЬ СЕБЯ

Кроссворд 62

Светотехническая викторина 64

ПРАКТИЧЕСКИЕ СОВЕТЫ

Освещение кухни — это непросто! 66

ЛЕНТА НОВОСТЕЙ

Новости светотехники 72

МИР СВЕТА

Будущее светлого города на проспекте Мира. Часть вторая 74

РЕПОРТАЖ С МЕСТА СОБЫТИЙ

Есть 100 миллионов отечественных светодиодов! 78

УЧАСТВУЙ И ПОБЕЖДАЙ

Конкурс 83

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ЖУРНАЛЕ

— материал повышенной сложности

— обрати внимание

— пополняем словарный запас

— эксперименты

— дополнительный материал к школьной программе

— конкурс

КРАСНЫЙ, ЖЁЛТЫЙ, ЗЕЛЁНЫЙ: ТРИ ЦВЕТА УЛИЧНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В обычной жизни вокруг нас множество устройств совершенно различного назначения, к которым мы с детства настолько привыкли, что совершенно не задумываемся о том, что когда-то их не было. А ведь кто-то их изобрёл и с большим трудом доказал своим современникам их необходимость. Если Вы были в странах Ближнего Востока, Юго-Восточной Азии, в некоторых государствах Африки (в Египте, например), то, наверное, замечали, какое там хаотичное движение на улицах. Водители не соблюдают правила, да и пешеходы ведут себя не лучше. Число небольших аварий исчисляется каждый день сотнями, а ездить в этих странах на помятой машине вовсе не считается зазорным. Да ещё тёплый климат позволяет круглогодично пользоваться мото- и электроскутерами, особенно молодёжи, которая буквально стаями носится по улицам, не соблюдая никаких правил движения и не обращая внимания на светофоры... Всё это приводит к авариям, травмам и ещё более трагическим последствиям. Нам же сегодня без светофоров и соблюдения правил трудно представить передвижение машин и пешеходов на городских магистралях. Про светофоры и их историю рассказывает специальный корреспондент нашего журнала Евгений Самуилович Серый.

ПЕРВЫЕ ПОПЫТКИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ

Городские власти и отдельные изобретательные горожане Европы и Америки стали задумываться о необходимости упорядочивания уличного движения только во второй половине XIX века, то есть примерно 170 лет назад. В то время на улицах городов преобладал так называемый гужевой транспорт, т.е. кареты и телеги, приводимые в движение в основном лошадьми, реже ослами и быками. С ростом городов и появлением самых первых автомобилей движение на улицах становилось всё

интенсивнее и хаотичнее, особенно в мегаполисах: Лондоне, Париже, Нью-Йорке. Появились первые «пробки», участились столкновения повозок, их повреждение, травмирование и даже гибель людей (рисунок 1).

Рисунок 1. Хаос на улицах в досветофорную эпоху

К этому времени железнодорожная сеть, особенно в Великобритании, была уже достаточно развита, и там нашли своё применение самые первые устройства управления движением — газовые светофоры — красные газовые факелы для сигнала остановки поездов, а зелёный показывал, что путь открыт. Их конструкция была достаточно примитивной, поэтому и надёжность была невелика. Это были, скорее всего, не светофоры в современном понимании, а элементы железнодорожной сигнальной системы.

Управляющий одной из железных дорог Джон Пик Найт в 1868 году первым решил адаптировать такое газовое устройство для регулирования городского уличного движения. Найт установил эти газовые светофоры на улице, недалеко от Вестминстерского моста в Лондоне. Однако при очередной заправке газом нового устройства произошёл взрыв, при котором пострадал полицейский. Светофор проработал всего месяц, а взрыв привёл к тому, что «башню» демонтировали. На этом эксплуатация первого уличного светофора закончилась.

Безсветофорная пауза затянулась на целых 40 лет, но города продолжали расти, уличное движение становилось всё насыщенней, число автомобилей возросло, больше стало пробок, аварий и пострадавших. Так продолжаться больше не могло.

Тогда эстафету Великобритании приняла самая автомобильная страна мира — Соединённые Штаты Америки. В начале XX века, в 1910 году в Америке первыми светофорами стали семафоры. Это были устройства мачтового типа с движущимися наверху мачты металлическими стрелками. Положение стрелок под углом 45 градусов разрешало движение, стрелки в горизонтальном положении обозначали требование остановки. На стрелках могли быть и надписи: «Остановиться» и «Продолжать движение» (рисунок 2).

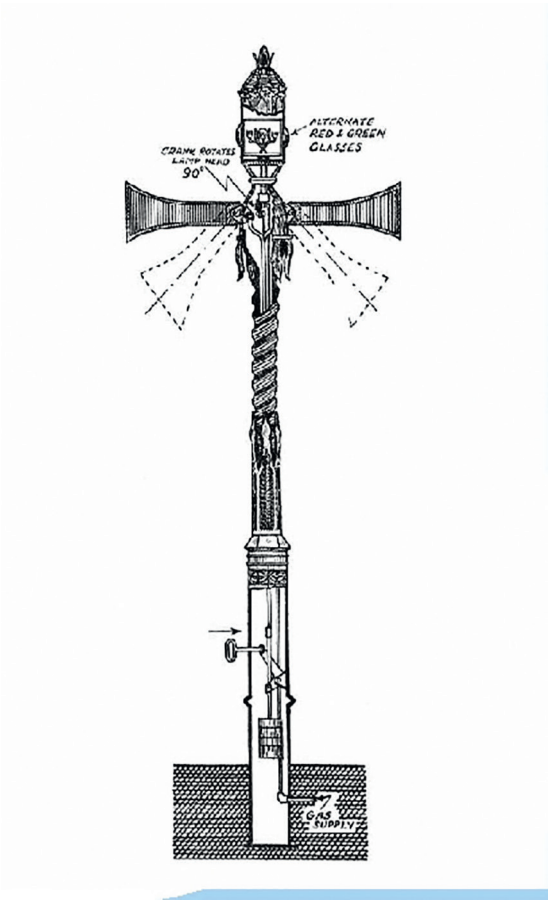


Рисунок 2. Самый первый светофор (1868 г.)

Нельзя не отметить то, что семафоры перекочевали на улицы городов, как и первый газовый светофор, с железной дороги, где они до этого успешно управляли движением поездов. Железнодорожные семафоры и сегодня можно найти на второстепенных ж/д линиях и на некоторых детских железных дорогах в российских городах.

Конструкцию первых семафоров для улиц каждый город разрабатывал самостоятельно, единого стандарта не было. Семафоры могли быть с ручным управлением и автоматические, но не электрические, а с механической автоматикой, что также не обеспечивало надёжность их работы (рисунок 3).

Рисунок 3. Ручное управление движением

Четырёхсторонний ящик, чем-то напоминающий скворечник, был установлен на шесте высотой 3 метра и управлялся вручную офицером полиции с помощью переключателя, который менял красный свет сигнала на зелёный. Источниками света служили лампы накаливания. Такие светофоры были установлены на 6 перекрёстках (рисунок 4).

Рисунок 4. Будка регулировщика движения в США

ПЕРВЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ

Первый светофор с ручным управлением, но с электрическим питанием, изобрёл полицейский Лестер Вайр из Солт-Лейк-Сити (штат Юта, США). В 1914 году он разработал, но не запатентовал, светофор с двумя круглыми электрическими сигналами (красного и зелёного цвета).

В 1922 году в г. Хьюстоне (США) повторили эксперимент, но уже на двенадцати перекрёстках. Управление велось в ручном режиме, но уже из будки на перекрёстке. В светофоре менялся не цвет, а зажигались слова «стоп» или «двигаться».

Со временем стало понятно, что два цветных сигнала (красный и зелёный) светофора, на которые перешли большинство стран, не обеспечивают достаточной безопасности движения в связи с резким увеличением автомобильных потоков в городах. Добавление промежуточного предупреждающего жёлтого света позволило снизить количество аварий на перекрёстках и обеспечить

безопасность пешеходов. В 1920 году появились первые трёхцветные светофоры (красный, жёлтый, зелёный), в которых жёлтый сигнал предупреждал о предстоящей смене движения на перекрёстке. Эти светофоры были установлены в Детройте и Нью-Йорке. Авторами изобретений были Уильям Поттс и Джон Ф. Харрис (рисунок 5).

Рисунок 5. Один из первых электрических светофоров в Нью-Йорке

В Европе аналогичные светофоры были впервые установлены в 1922 году в Париже на пересечении Рю де Риволи и Севастопольского бульвара и в Гамбурге на площади Штефансплатц, а в Англии — в 1927 году в городе Вулвергемптоне. Запатентованы трёхцветные светофоры были в 1923 году.

Первым человеком, чётко сформулировавшим назначение светофора, стал американский изобретатель Гаррет Морган, указавший в своём патенте в 1923 году: «Назначение устройства — сделать очерёдность проезда перекрёстка независимой от персоны, сидящей в автомобиле».

Со временем светофоры стали расти и вширь: у них появились боковые секции слева или справа от основного корпуса, так называемые «стрелки», позволяющие регулировать движение на сложных перекрёстках.

К этому же времени получили распространение и светофоры для пешеходов. Чаще всего такой светофор имеет два цветных сигнала: разрешающий переход (зелёный) и запрещающий (красный).

На перекрёстках светофоры для пешеходов работают согласованно со светофорами для автомобилей. На малонагруженных трассах на пешеходных переходах устанавливают с пешеходным светофором специальную кнопку, позволяющую в ручном режиме включать зелёный свет для пешехода на время, зависящее от ширины улицы.

Основной проблемой первых светофоров было обязательное присутствие человека в процессе переключения режимов, что ограничивало расширение применения их на множестве улиц и перекрёстков больших городов с интенсивным движением. А это означало только одно: необходимо было автоматизировать управление работы светофорных систем.

АВТОМАТИЧЕСКИЕ СВЕТОФОРЫ

С годами не только увеличивалось число машин на улицах городов, но и возрастала скорость их передвижения. Уход с улиц гужевого транспорта только ускорил этот процесс. Всё это требовало автоматизации работы светофоров в единой системе с центральным диспетчерским пунктом в городе, благодаря которому можно было отслеживать ситуацию и регулировать работу светофоров вручную, но централизованно в случае возникновения нештатных ситуаций.

Считается, что первую автоматическую систему управления светофорами придумал Эрнст Сирин, получивший на неё патент уже в 1910 году.

Реально же работающая концепция автоматического светофора была предложена только в 1928 году. Она была настолько проста, что её мог установить и настроить любой электрик, и все города принялись закупать и устанавливать такие светофоры.

Однако в больших городах, где движение максимально напряжённое, и существуют утренние и вечерние часы пик, начали возникать проблемы, которые трудно было решить с существующей автоматикой: нужна была система координации светофоров, снижающая образование «пробок».

В период с 1928 по 1930-й годы изобретатели предложили несколько различных конструкций, например, детекторов давления воздуха от проезжающих или стоящих автомобилей на перекрёстке, с помощью которых переключались светофоры. Такие системы до сих пор стоят в США на второстепенных перекрёстках, в основном в провинции, и неплохо справляются со своей задачей. Однако применять их можно было только на не связанных между собой системой управления движения перекрёстках.

В 1952 году в Денвере (США) установили первый аналоговый контроллер, который позволил объединить несколько разрозненных перекрёстков в единую управляемую сеть и переключать сигналы светофоров в жёстко зафиксированной программе в зависимости от времени суток и дней недели. В последующее десятилетие несколько сотен подобных систем было проинсталлировано по всему миру.

Впоследствии подобные системы с помощью временного смещения в программе электромеханического контроллера смогли настраиваться в зависимости от расстояния между перекрёстками и расчётной интенсивности движения, обеспечивая автомобилям при определённой скорости проезд по одной улице с перекрёстками без остановки (так называемая «зелёная волна»). Для этого специалист рассчитывал схемы координации, которые потом закладывались в контроллеры. Система оказалась достаточно простой и надёжной, поэтому она до сих пор используется в городах с небольшими автомобильными потоками.

КОМПЬЮТЕРЫ ПРИХОДЯТ НА ПОМОЩЬ

В 1960 году в Торонто (Канада) впервые для управления системами светофоров одного перекрёстка был применён компьютер — IBM 650. Через три года под компьютерным управлением было уже 20 перекрёстков, а к 1973 году — уже 885. С этого началось победное шествие компьютерных технологий, что произвело прорыв в управлении дорожным движением (рисунок 6).

Рисунок 6. Первый компьютер IBM 1800 для управления светофорами

Компания IBM последовательно совершенствовала разрабатываемые вычислительные устройства, создавая возможность автоматически управлять всеми светофорами даже очень большого города.

Так в 1967 году была создана управляющую система для Вашингтона, включавшая 113 перекрёстков, оснащённых 512 датчиками движения транспорта.

В 70-х годах британское исследовательское бюро TRRL разработало и внедрило на улицах Глазго (Шотландия, Великобритания) систему SCOOT, которая дала возможность автоматически изменять параметры настройки светофоров в зависимости о данных, получаемых от датчиков, установ-

ленных на улицах и перекрёстках города. Датчики измеряли число машин на определённой улице и длину очередей на перекрёстках. Система SCOOT применялась в сотнях городов разных стран.

С увеличением надёжности и удешевлением компьютерной техники управляющие системы стали устанавливать непосредственно на перекрёстках в дорожных компьютерных контроллерах, при этом общегородская координация управлением транспорта сохранилась.

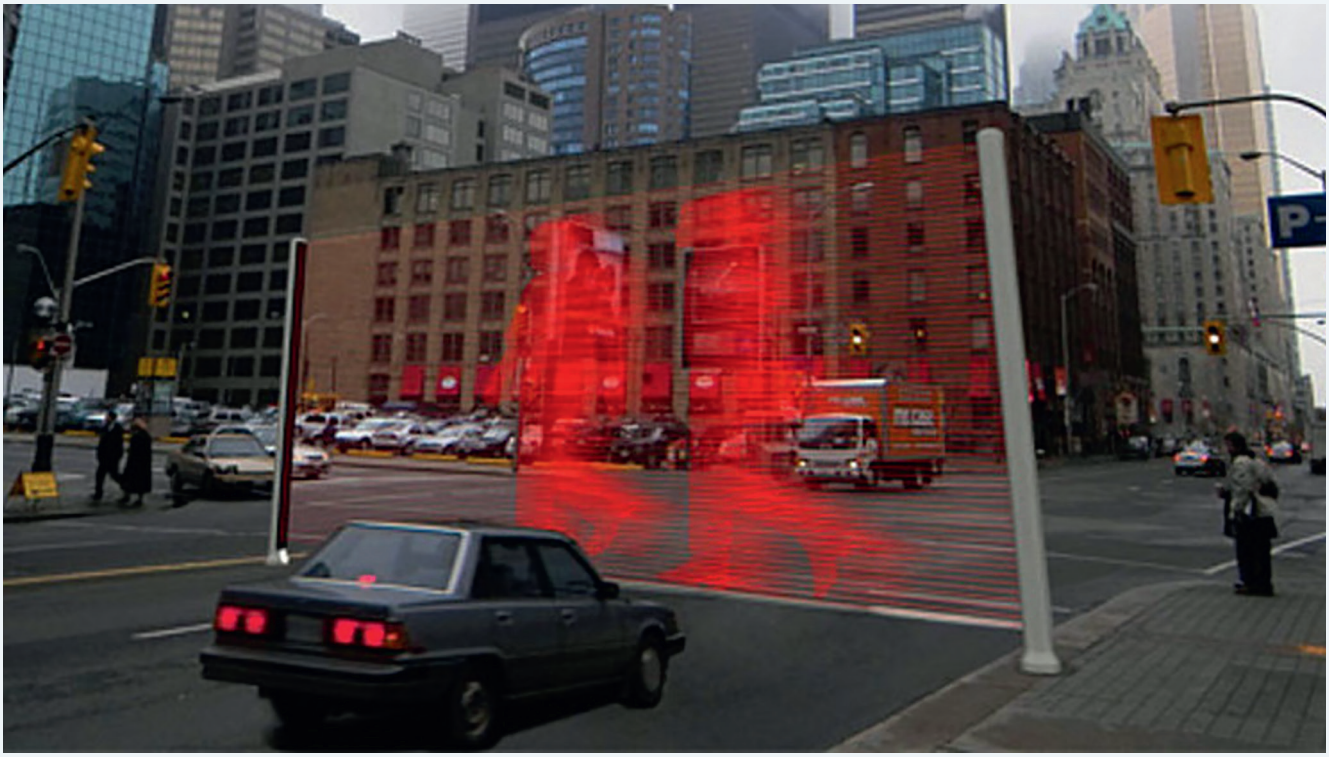
СВЕТОФОРЫ ДЛЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА

Для регулирования движения маршрутных транспортных средств (трамваев, автобусов, троллейбусов) либо маршрутного движения всех автотранспортных средств используют специальные светофоры, вид которых отличается в разных странах. В России применяется Т-образный светодиодный светофор с четырьмя круглыми сигналами бело-лунного цвета. Верхние сигналы показывают разрешённое направление движения (налево, прямо, направо), а нижний разрешает начало движения.

Светофор для общественного транспорта

ВИРТУАЛЬНАЯ СТЕНА

Это перспективная разработка, которая в настоящее время тестируется. Виртуальная стена представляет собой плоскую красную лазерную завесу с неподвижными или движущимися изображениями, которая визуально перпендикулярно перекрывает дорогу, когда на светофоре горит красный свет, и постепенно цвет стены превращается в жёлтый при подготовке к смене сигнала светофора. Виртуальная стена исчезает, когда можно продолжить движение. Проезд сквозь виртуальную стену безопасен, но водители реагируют на это препятствие лучше, чем на светофор.



Виртуальная стена светофор

ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ГОРОДСКИМ ДВИЖЕНИЕМ

В Советском Союзе первый электрический светофор был установлен 15 января 1930 года в Ленинграде на перекрёстке Невского и Литейного проспектов. В Москве светофоры появились почти через год — 30 декабря того же года. Установили светофоры на пересечении улиц Петровки и Кузнецкого моста. Третьим городом, где появились светофоры, стал Ростов-на-Дону (рисунок 7).

Рисунок 7. Первый светофор в СССР

Первые светофоры в СССР устанавливались в качестве эксперимента. После того как он был признан удачным, уже в 1933 году в Москве установили около ста светофоров. Вначале они были стрелочными, похожими на циферблат часов с одной стрелкой, указывающей на цветное поле, соответствующее режиму движения. Циферблат был разделён на четыре сектора: зелёный сверху, красный снизу и два жёлтых по бокам.

В 1959 году, когда СССР присоединился к «Международной конвенции о дорожном движении» и к «Протоколу о дорожных знаках и сигналах», цвета на отечественных светофорах стали такими же, как в остальных странах мира. Эти светофоры с небольшими изменениями простояли на улицах советских городов вплоть до 70-х годов XX века.

Тогда же появились отдельные светофоры для пешеходов с сигналами: красными надписями «стойте» и с зелёными надписями «идите». В 1970-х на пешеходных светофорах в Советском Союзе появились «человечки». Современные светофоры для пешеходов дополнительно оборудуют также звуковыми сигналами, предназначенными для плохо видящих пешеходов. Чуть позже появились светофоры с табло обратного отсчёта времени, впервые применённые во Франции в 1998 г.

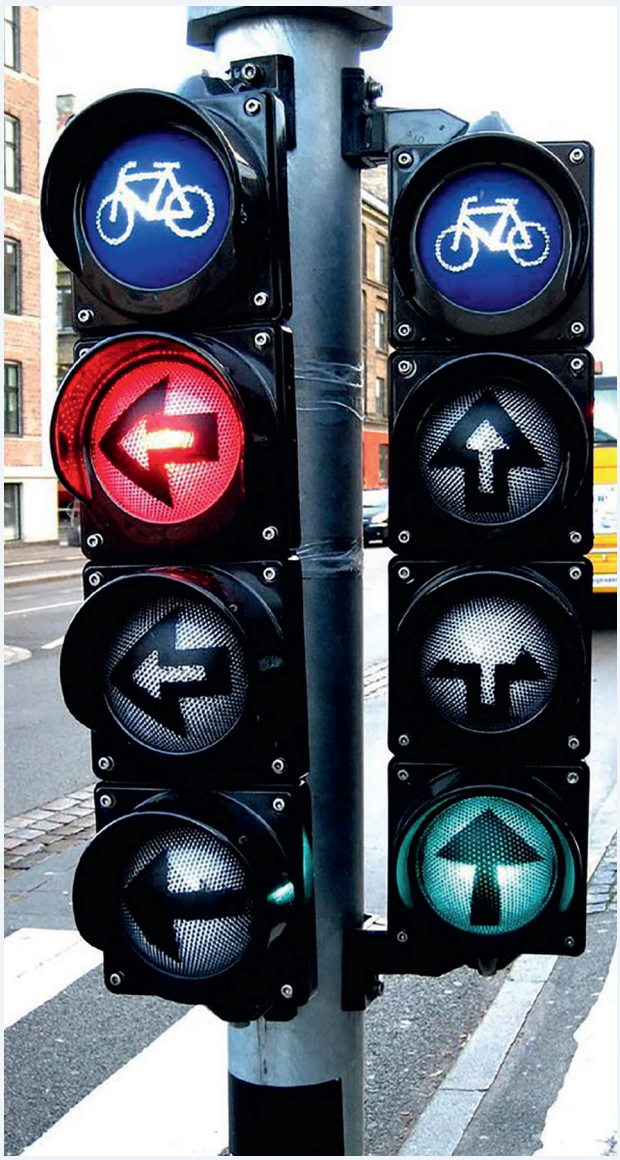
Переход на компьютерное управление светофорами начался в нашей стране в 80-х годах, когда по заданию правительства Москвы была создана система «Старт», умевшая осуществлять координированное управление светофорами и обеспечивавшая «зелёную волну» на главных магистралях столицы. Свыше 400 перекрёстков в Москве централизованно управлялись тогда автоматически из одного диспетчерского центра.

Сегодня в крупных российских городах осуществляется компьютерное управление системами светофоров, синхронизирующее движение на улицах и перекрёстках и отслеживающее дорожную обстановку.

В 90-х годах началось массовое производство светофоров со светодиодами в качестве источников света, отличающихся большим сроком службы, высокой яркостью и чистотой цветов. Кроме того, новые светофоры стали весить намного легче своих предшественников.

СВЕТОФОР ДЛЯ ВЕЛОСИПЕДИСТОВ

Для регулирования движения велосипедов иногда применяют специальные светофоры. Это может быть светофор, сигналы которого выполнены в форме силуэта велосипеда, или обычный трёхцветный светофор, снабжённый специальной секцией с сигналом для велосипедистов. Как правило, такие светофоры имеют меньший размер, чем автомобильные, и устанавливаются на удобной для велосипедистов высоте.



Светофор для велосипедистов

АДАПТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ СФЕТОФОРНЫМИ СИСТЕМАМИ

В последнее время в Москве и в ряде других крупных городов России внедряется адаптивное, т.е. подстраивающееся и координированное управление светофорными объектами.

Для этого выбирается несколько регулируемых перекрёстков, находящихся на одной территории, и зависимых друг от друга общими транспортными потоками. Под асфальтом в непосредственной близости от перекрёстка устанавливают специальные датчики — детекторы транспорта. Детекторы собирают информацию о параметрах транспортного потока — скорости и количестве автомобилей при подъезде к перекрёсткам. Эта информация передаётся на компьютер, который посредством специального программного обеспечения определяет необходимую длительность сигналов светофоров на каждом из перекрёстков, координируя таким образом их работу. Такое регулирование позволяет равномерно разгружать все направления движения транспорта на перекрёстках, пропуская только то количество транспорта, которое сможет принять соседний перекрёсток (рисунок 8).

Система называется «Дирижёр», она обеспечивает динамическое регулирование автомобильного движения, минимизируя образование «пробок» и обеспечивая безопасность водителей, пассажиров и пешеходов. Эта же система используется для приоритетного проезда общественного транспорта.

Параллельно с «Дирижёром» работает система «ОКО», информирующая эксплуатационные службы о состоянии светофорных объектов и датчиков. «ОКО» позволяет сократить время обнаружения неисправности оборудования до нескольких минут, что также влияет на интенсивность дорожного движения в городах.

В ближайшем будущем управлять дорожным движением будет искусственный интеллект, который возьмёт на себя всю систему регулирования транспортных потоков, обеспечивая безопасность движения и исключив из этого процесса возможность человеческой ошибки (рисунок 9).

Рисунок 8. Умный светофор с камерой слежения и датчиками

Рисунок 9. Светофорное дерево в Лондоне

КРАТКАЯ ХРОНОЛОГИЯ РАЗВИТИЯ СВЕТОФОРОВ

10 декабря 1868 года
Первые газовые светофоры для управления движением конных экипажей

1912 год
Металлический ящик — устройство управления движением со словами «Стоп» и «Вперёд» в Париже

1912 год
Первый электрический светофор (Кливленд, штат Огайо, США)

1917 год
Первая взаимосвязанная система светофоров (Солт-Лейк-Сити, США)

1920 год
Трёхцветные светофоры на четыре полосы движения в Детройте (США)

1923 год
Гаррет Морган получил патент на электрический сигнал светофора

1928 год
Чарльз Адлер-младший разработал звуковой сигнал светофора

1929 год
Чарльз Адлер-младший изобрёл пешеходную кнопку

1950-е годы
Компьютеризированное обнаружение в светофорах

1990-е годы
Таймер обратного отсчёта на светофорах

ТАНЦУЮЩИЙ СВЕТОФОР

Пару лет назад на Цветном бульваре в Москве заработал танцующий светофор. Вместо обычного красного сигнала для пешеходов установили дисплей с танцующим красным человечком. Управлять его танцем мог каждый желающий из стоящей рядом со светофором интерактивной кабины. Схематичное изображение танцующего внутри кабины человечка передавалось на дисплей светофора в режиме реального времени, скрашивая время ожидания зелёного сигнала пешеходам. Если в кабине никого не было, то светофор работал в обычном режиме.

Танцующий светофор на Цветном бульваре в Москве

САМЫЕ БЛИЗКИЕ ЗВЁЗДЫ

Более 85 лет назад, 24 октября 1935 года, на Спасской башне Московского Кремля была установлена первая пятиконечная звезда. Праздничному событию, которому радовались тысячи советских граждан, предшествовало снятие с кремлёвских башен главного символа императорской России — двуглавого орла. Именно таким образом Россия окончательно распрощалась с эпохой царизма и вошла в новую эру. О главных звёздах нашей страны существует много легенд. В 4 номере журнала мы уже писали о технических особенностях этих изобретений, предлагали создать вместе трёхмерную модель звёзд. Как оказалось, главные «светила» страны сильно заинтересовали наших читателей. Какие же ещё тайны скрывают кремлёвские звёзды? Удивительными фактами с нами поделилась ученица московской школы №1518 Хомутовская Екатерина.

Многие из нас видели фотографии или же вживую рубиновые звёзды на башнях Кремля. Кремлёвские звёзды — это навершия шпилей башен Московского Кремля в форме пятиконечных звёзд. Сейчас их можно увидеть на пяти башнях — Боровицкой, Троицкой, Спасской, Никольской и Водовзводной.

Звёзды Кремля

Несмотря на то что они у всех на виду, кремлёвские звёзды овеяны тайной, а вокруг их происхождения ходит много слухов.

1. Одна кремлёвская звезда весит примерно тонну! Устанавливать звёзды на башнях было очень тяжело, так как необходимой техники раньше просто не существовало. Инженерам пришлось построить специальный кран, с помощью которого звезду подняли на 52-метровую Боровицкую башню, на 72-метровую Троицкую и другие;

2. Площадь поверхности каждой звезды составляет 6,3 м^2;

3. Для изготовления звёзд было отлито 500 м^2 рубинового стекла;

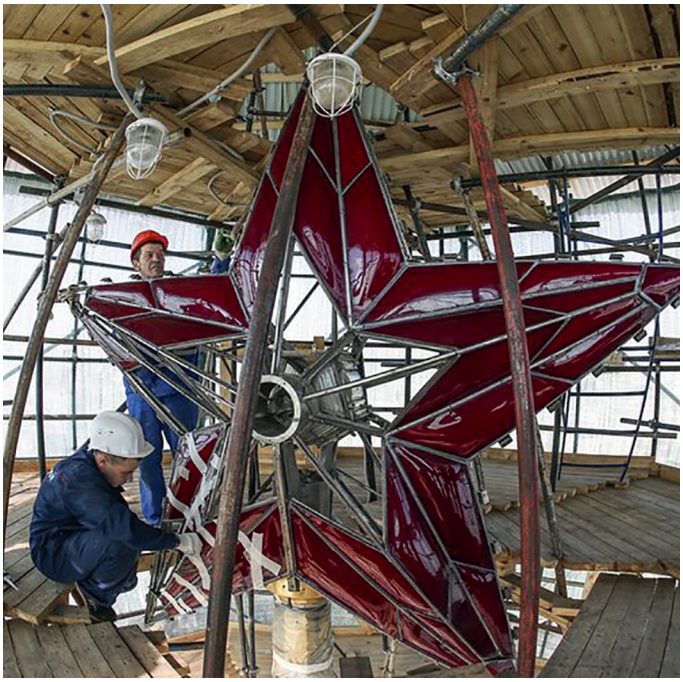
4. Мощность ламп в этих звёздах — целых 5000 Вт (на Спасской, Никольской и Троицкой башнях) и 3700 Вт (на Боровицкой и Водовзводной);

5. Перед установкой звёзд у строителей возникли подозрения, что звёзды вырвет вместе с верхушками башен. Поэтому было принято решение усилить кирпичную кладку верхних этажей всех башен, а в шатры ввести дополнительные металлические связи;

6. Звёзды Кремля имеют разные размеры. Например, размах лучей на Спасской и Никольской башнях — 3,75 метра, на Троицкой — 3,5, на Боровицкой — 3,2, а на Водовзводной — 3 метра. Это нужно, чтобы с земли все они казались одинаковыми;

7. Но из чего же делают эти звёзды? Когда мне было 5 лет, я думала, что они сделаны из чистого яркого рубина. Сейчас кремлёвские звёзды изготовлены из рубинового стекла, но так было не всегда. Сначала создатели действительно думали производить их из драгоценных и полудрагоценных материалов. В 30-е годы были сделаны опытные образцы таких изделий, однако позже от идеи отказались, поскольку с высоты сделанные из драгоценных камней звёзды выглядели совсем тускло и невзрачно. С 37-го по 47-й год на башнях стояли звёзды, произведённые на предприятии «Автостекло» в украинской Константиновке.

После войны звёзды надо было ремонтировать, и следующий вариант был создан на заводе «Красный май» в Вышнем Волочке. Там проект



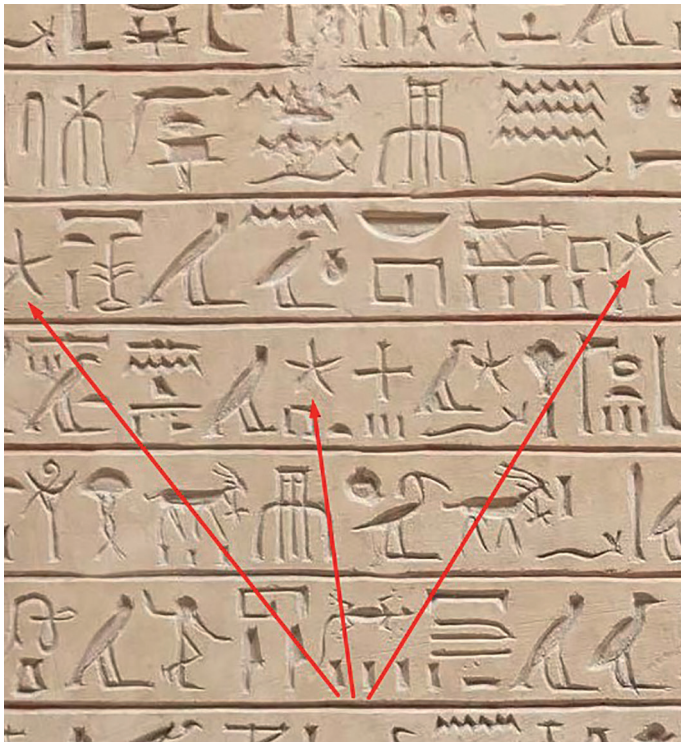
Реконструкция звёзд

доработали, добавив дополнительный защитный слой из хрусталя, и технология производства кремлёвской звезды приобрела современный вид. Созданные таким образом звёзды стоят на башнях уже около 70 лет. Они оказались очень прочными, защитный слой и усовершенствованная технология сыграли свою роль. Однако время берёт своё, и кремлёвские звёзды рано или поздно придётся менять. В частности, уже сейчас требует замены звезда на Троицкой башне;

8. Многие считают звёзды на вершинах кремлёвских башен загадочными, но почему? Пятиконечная звезда — пентакль — один из древнейших символов человечества. Это изображение найдено археологами в наскальных рисунках Ближнего Востока, Греции, Японии и доколумбовой Америки. В разных культурах она означала военную доблесть, защиту от опасности, верный путь, 5 ран Иисуса Христа и 5 ежедневных молитв мусульманина. Пифагор считал пентаграмму математическим совершенством, а Леонардо да Винчи — символом витрувианского человека. Римляне считали её знаком бога Марса, а каббалисты — знаком Мессии. Перевёрнутая звезда в Средние века считалась знаком сатаны. Пентаграммы присутствуют в символике США, Евросоюза, Китая и многих других стран. Красный пентакль был выбран большевиками-атеистами в период гражданской войны как символ,

противоположный православному христианскому кресту. По задумке, эта звезда символизировала пять континентов, на которых должна произойти международная социалистическая революция.

А что же сейчас? Символ красной пятиконечной звезды уже много лет ассоциируется с Москвой. Эти звёзды повсюду: они узнаваемы среди туристов и привлекают внимание лаконичностью образа. Вряд ли сейчас найдётся символ, настолько сильно связанный с образом Москвы.



Пентакль на наскальных рисунках

Эмблема рабоче-крестьянской Красной Армии (1918 год)

Айдентика города Москвы от студии Артемия Лебедева

BL Group

Кадошкинский электротехнический завод

БООС ЛАЙТИНГ ГРУПП

www.bl-g.ru

**Живут в России чудо-мастера,
Завод Кадошкинский ими славен.
Знает страна, чем обязана им:
Их свет для теплиц легендарен**

АО «КЭТЗ»
431900, Республика, Мордовия,
п. Кадошкино, ул. Заводская, 1

(83448) 2-31-21

ИОГАНН ЛАМБЕРТ: ОТ ЭКСПЕРИМЕНТА К ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФОТОМЕТРИИ

Главной тенденцией развития физики в XVIII в. являлось распространение математического анализа на все области. В своём большом труде «Photometria, sive de mensura et gradibus luminis colorum et umbrae» («Фотометрия, или об измерениях и сравнениях света, цветов и тени») в 1760 г. Иоганн Ламберт дал определения основных понятий фотометрии (сила света, яркость, освещённость), установил основные законы в форме математических выражений, носящие название законов Ламберта. Новый термин «Фотометрия», данный Ламбертом в заглавии его книги, стал названием науки о свете и дал много различных терминов. О жизни великого исследователя Иоганна-Генриха Ламберта и его влиянии на развитие науки о свете нам рассказал доктор технических наук, профессор и главный редактор журнала «Светотехника» Владимир Павлович Будак.

Иоганн-Генрих Ламберт, сын бедного ремесленника, родился 26 августа 1728 г. в Мюльгаузене (нем. Mülhausen) в Эльзасе. В настоящее время город находится во Франции и произносится Мюлуз (фр. Mulhouse). По-немецки Мюле (нем. Mühle) переводится как «мельница». Отсюда и появилось название города, где стояла мельница между несколькими домами (нем. Haus), принадлежавшими страсбургскому аббатству св. Стефана (Сент-Этьен). Современный Мюлуз — крупный промышленный центр Франции.

Иоганн-Генрих Ламберт (Johann Heinrich Lambert; 26 августа 1728, Мюлуз, Эльзас — 25 сентября 1777, Берлин)

Современный Мюлуз

Так как у родителей его не было средств, чтобы, следуя совету преподавателей, дать возможность учиться одарённому мальчику, то Ламберт

вынужден был сначала изучить портняжное ремесло. Благодаря своему красивому почерку он получил затем место писца сначала на одном металлургическом заводе, потом у одного базельского профессора юриспруденции. Последний предоставил ему часть дня для продолжения научных занятий, и благодаря этому Ламберт сумел заполнить пробелы своего образования. Вслед за тем его покровитель нашёл ему место воспитателя в семье одного графа. Занимаясь со своими воспитанниками дома, а затем помогая им в их университетских занятиях, Ламберт сумел найти досуг, чтобы основательно познакомиться с науками. Особенно интересовался он астрономией.

Заняться учением о свете его толкнуло стремление решить некоторые астрономические вопросы. После того как Ламберт оставил место воспитателя, появились одно за другим его главные произведения: в 1759 г. появилось его первое сочинение: «Freie Perspective» (Свободная перспектива), за ним в 1760 г. последовал его главный труд «Photometria sive de mensura et gradibus luminis, colorum et umbrae», напечатанный в Аугсбурге, а за этим в 1701 г. две брошюры — «Ueber Kometenbahnen» (Об орбитах комет) и «Kosmologische Briefe uber die Einrichtung der Weltbaues» (Космологические письма об устройстве мироздания). Благодаря этим трудам Ламберт, которому было немногим более 30 лет, сразу стал европейской знаменитостью.

Многосторонний исследователь также настолько прославился в качестве философа, что великий немецкий философ Иммануил Кант (Immanuel Kant, 22 апреля 1724, Кёнигсберг, Пруссия — 12 февраля 1804, там же) считал его одним из самых выдающихся своих современников. Кант писал Ламберту, что он считает его величайшим гением Германии и тем человеком, который должен реформировать философию. Сам он готов вычеркнуть в своих произведениях всякую строку, которую Ламберт найдёт невразумительной. Правда, философские взгляды Ламберта носят эклектический характер. В своих научных исследованиях он стихийно придерживался материалистических позиций. Вместе с тем Ламберт говорил, что, по его мнению, в природе заложена идея «разумной целесообразности».

Петербургская академия хотела привлечь Ламберта, но её усилия остались безрезультатными, так как уже в 1764 г. его пригласил в Берлин Фридрих Великий и назначил членом академии и главным инспектором строительных работ (Oberbaurath). В итоге напряжённого, титанического труда Ламберт превзошёл, как говорят, самого себя и в 37 лет стал академиком: Берлинская академия наук избрала его членом своего физического класса и назначила ему ежегодное содержание в 500 талеров.

Он умер в Берлине 25 сентября 1777 г., готовя к печати новое сочинение «Pyrometrie oder von Maass des Feuers und Warme» (Пирометрия или мера огня и тепла), которое вышло уже после его смерти в 1779 г. Его преждевременную смерть

объясняют тем, что он подорвал своё здоровье чрезмерной работой. Ламберт отличался удивительной трудоспособностью и настойчивостью. Он учился не от случая к случаю, а ежедневно, систематически, буквально не зная отдыха и покоя. Как никто другой умел «стать на горло» житейским удовольствиям, умышленно обходил их и всего себя отдавал науке. Современники характеризовали Ламберта, как человека равнодушного ко всему, что украшает жизнь и делает её приятной. Голова его, не тревожимая никакими страстями, работала неутомимо, как могучая машина. Он был наивен и прост.

Как мы писали в предыдущих статьях, в области фотометрии до Ламберта было установлено: лучевое представление о световом поле Альгазена, что позволило Кеплеру геометрически вывести основную теорему, что сила света убывает обратно пропорционально квадрату расстояния, Бугер (Bouguer) изготовил первый настоящий фотометр, позволявший сравнивать силу света различных источников. Этот фотометр состоял из двух прозрачных экранов с отверстиями, которые выделяли световые поля сравнения от источников. Для того чтобы свет от обоих источников не смешивался между собой, между обоими отверстиями была устроена перегородка. Источник света, силу которого измеряли, передвигали до тех пор, пока глазу оба поля сравнения не начинали казаться одинаково яркими.

В принципе Бугер (1698 – 1758) и Ламберт были практически современниками. Нетрудно понять, что возникли споры об относительных заслугах Бугера и Ламберта в деле основания новой научной дисциплины. Надо, действительно, признать, что французский учёный превосходил немецкого исследователя постановкой заботливо и остроумно придуманных опытов. Экспериментальные исследования Ламберта отличались даже некоторой небрежностью: ведь весь его инструментарий состоял из трёх небольших зеркал, двух чечевиц, нескольких стеклянных пластинок и одной призмы. С другой стороны, Ламберту принадлежит та заслуга, что он создал основные понятия и соотношения фотометрии. В то время как Бугер не отходит ни на шаг от данных наблюдений и выводит из них лишь ровно столько, сколько из них можно вообще вывести, Ламберт стремится дать для всякой проблемы вполне адекватное ей математическое решение.

То, что Бугер выдвигал на первый план наблюдение и точные измерения, а Ламберт, часто исходя из скудного фактического материала, формулировал точные понятия на основе дедукции, не было вовсе делом простого случая: это вполне соответствовало своеобразию французского и немецкого духа. Аналогичное отношение мы наблюдаем в XVIII в. в научной области между англичанами и немцами. Благодаря тому, что немцы сумели усвоить достоинства западноевропейских методов и сочетать их со своими собственными преимуществами, Германия заняла в XIX и XX вв. руководящее место в целом ряде отраслей естествознания.

Ламберт свою «Фотометрию» начинает с анализа основных понятий. По его мнению, нашему пониманию особенно недоступно то, что встречается в чувственном восприятии. Он указывает на противоречивость теории света, где для объяснения оптических явлений пользуются двумя столь различными гипотезами, как лучи (Ньютон) и волны (Эйлер–Гюйгенс).

Так как для фотометрических исследований не существует абсолютной меры, а приходится всегда считаться с крайне субъективным фактором восприятия света глазом, то Ламберт устанавливает гипотезу, что «известное оптическое явление остаётся всегда одним и тем же, поскольку тот же самый глаз получает от него то же самое восприятие». Глаз не в состоянии решить, во сколько раз одна степень яркости больше другой, но мы должны предположить, что глаз способен определять равенство двух степеней яркости.

Из принципов фотометрии Ламберт, кроме теоремы об ослаблении силы света вместе с квадратом расстояний, выдвигал в особенности ещё два других. Первый из них гласит: «Если одна и та же поверхность освещается в одном случае m, а в другом n источниками света, из которых каждый обладает одинаковой интенсивностью света и испускает свой свет при совершенно тождественных условиях, то степени яркости поверхностей относятся между собой, как m/n». Таким образом освещение

листа бумаги тем сильнее, чем больше число горящих свечей, предполагая, разумеется, что они одинаково ярки, обладают одинаковой величиной и находятся на одинаковом расстоянии от нашего листа.

Третий и самый важный принцип гласит, что яркость света пропорциональна косинусу угла падения света с нормалью к поверхности. Не ограничиваясь теоретическим доказательством этих принципов, Ламберт пытался также установить путём соответствующих опытов их взаимную зависимость и придать им, таким образом, ещё бóльшую достоверность.

Следующая глава «Фотометрии» посвящена вопросу об измерении силы прямо падающего света. Метод Ламберта состоял в сравнении яркости двух поверхностей, из которых одна освещалась определённым источником света, другая — источником света, силу которого хотели определить. Устройство прибора Ламберта ясно видно из рисунка 1.

В точках K и A находятся оба сравниваемые между собой источника света. BDCEFG представляет собой белую плоскую поверхность, перед которой над HI помещён непрозрачный, отбрасывающий тень экран. Получающаяся от источника света A тень покрывает часть DFEC белой поверхности, между тем как тень от источника K падает на DFGB. Таким образом, передняя часть поверхности DFGB освещается только источником света A, а задняя часть DFEO освещается только источником K. Один из источников света передвигают до тех пор, пока белая поверхность не начинает казаться одинаково ярко освещённой по обе стороны линии DF.

Ламберт различает яркость (claritas visa) — величину, характеризующую источник, и освещённость (illuminatio) — величину, характеризующую освещённые тела. Он начинает теоретическое и экспериментальное исследования с освещённости, доказав четыре теоремы: освещённость пропорциональна поверхности освещающего тела, обратно пропорциональна квадрату расстояния от освещающего тела до освещённого, прямо пропорциональна синусу угла падения лучей на освещённую поверхность и прямо пропорциональна синусу угла, образуемого падающими лучами с освещающей поверхностью. Если учесть, что теперь углами падения называют углы, образуемые лучами с нормалью к поверхности, то последние два закона, очевидно, сведутся к «законам косинуса», или, как мы их иначе называем, законам Ламберта.

За главой, посвящённой вопросу о прямо падающем свете, следует глава об отражении света непрозрачными телами. Далее рассматривается вопрос о яркости прозрачных тел, освещённых рассеянным светом, в частности земной атмосферы, детально описывается поглощение в воздухе, и вслед за Бугером формулируется логарифмический закон поглощения. В связи с этим исследуется вопрос о сумерках и вычисляется высота атмосферы при допущении известных простых гипотез.

Шестая часть труда Ламберта содержит в себе основы астрофотометрии. В ней развивается теория определения яркости Луны и главных планет.

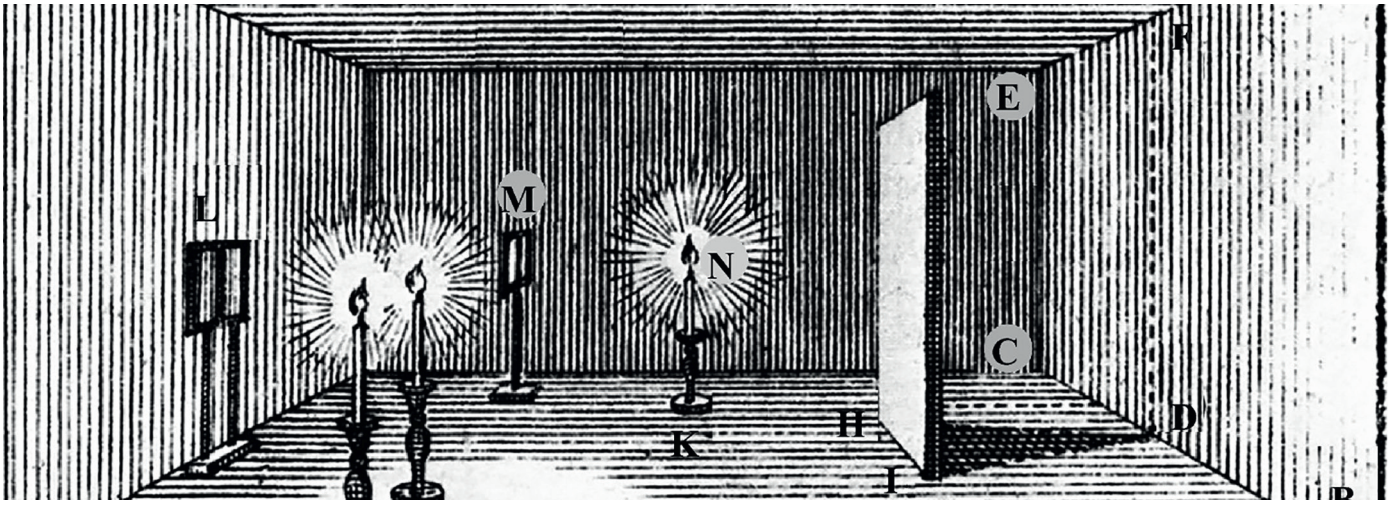


Рисунок 1. Фотометр Ламберта

В заключение даётся экспериментальный и теоретический анализ интенсивности разнородного и относительного света, под которыми понимаются цвета и тень.

И. Ламберт в своих исследованиях не ограничился только фотометрией. Им впервые в 1755 г. было отчётливо определено различие между температурой и теплотой, однако для окончательного утверждения понятий температуры и количества теплоты в физике понадобилась большая предварительная работа по калориметрии.

В 1777 г. Ламберт показал, что тепловые лучи, как и световые, распространяются прямолинейно. Отметим, что в исследованиях излучения чёрного тела, которые стали отправной точкой для создания квантовой механики в XX веке, имеет строгое значение закон косинусов, который в 1760 г. был выведен И.Г. Ламбертом.

Выдающуюся работу написал Ламберт в 1776 г. о трудоспособности человека в течение продолжительного времени и о механике его движений, стараясь выразить уравнениями взаимную зависимость между грузом, скоростью и высотою поднятия.

В области астрономии в 1761 году Ламберт опубликовал результаты исследований кометных орбит. Если Ньютон полагал, что большинство комет движется по параболе, то Ламберт пошёл дальше английского учёного и считал, что не исключена возможность движения некоторых комет по гиперболе. Он даже предложил их расчётную формулу. И он же дал эмпирическую формулу, учитывающую особенности движения таких планет, как Юпитер и Сатурн. В трудах Ламберта впервые в науке встречается упоминание о двойных звёздах.

Вопросам космологии Ламберт посвятил специальный трактат «Космологические письма об устройстве мироздания», опубликованный в 1761 году и впоследствии переведённый на русский язык. Ламберт утверждает, что наша звёздная система по конструкции напоминает солнечную планетарную систему. Млечный Путь он рассматривал как эклиптику звёзд, по которой они движутся вокруг некоторого своего центра примерно так же, как Земля движется вокруг Солнца. Мир, который наблюдают астрономы, Ламберт подразделял на космические системы трёх категорий. К первой он относил планеты со спутниками; ко второй — Солнце с планетами, а также всякую звезду с её планетами; к третьей категории — наш Млечный Путь и почти все туманности, называемые Ламбертом «облачными звёздами». Учёный утверждал, что существуют космические системы ещё более высоких категорий. Например, он не сомневался, что имеется «Млечный Путь млечных путей», т.е. космическая система четвёртого порядка. Космическая система, элементами которой являются космические системы четвёртого порядка, будет уже космической системой пятого порядка и т.д. Однако он полагал, что космические системы четвёртого, пятого и т.д. порядков трудно постижимы для человеческого ума, так как их никто ещё не наблюдал. По мнению самого Ламберта, иерархическая лестница в строении Вселенной не простирается до бесконечности, хотя она и огромная, но структурно конечная. По этой причине существует центр Вселенной, который «один только пребывает в истинном и совершенном покое».

Все космические системы (всех категорий) движутся вокруг их общего центра — центра Вселенной. Каждая космическая система четвёртой, пятой и т.д. категорий имеет «центральное Солнце» или «сверхсолнце», вокруг которого она движется. С ростом категорий космической системы размер сверхсолнца, естественно, должен возрастать. В центре Вселенной расположено, таким образом, самое большое сверхсолнце. Ненаблюдаемость сверхсолнц Ламберт объяснял тем, что они могут быть тёмными и лишь отражать свет соседних звёзд.

Занимаясь математикой, учёный и в этой области дал много нового. Так, в 1766 году он доказал иррациональность числа π, много сделал по теории параллельных линий и вошёл в историю науки как стихийный предшественник создателя неевклидовой геометрии. Ламберт провёл исследования по сферической тригонометрии и алгебраическим уравнениям, много внимания уделял гиперболическим функциям, получил ряд результатов по теории перспективы. В картографии изобрёл несколько новых картографических проекций и дал основные принципы построения карт.

Светосервис
Подмосковье

БООС ЛАЙТИНГ ГРУПП

www.svetoservis.ru

www.bl-g.ru

Свет — дар!
Лишая власти ночь,
Способен он объять покоем,
Рассеять страхи, путнику помочь
И расплескать добром по Подмосковью...

ООО «СВЕТОСЕРВИС - ПОДМОСКОВЬЕ»
143441, Московская область, Красногорский район,
п/о Путилково, 69 км МКАД, строение 1

+7 (495) 786-85-82

СВЕТ — ДВИГАТЕЛЬ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ

Первоначальные простейшие формы органики, вероятно, могли появиться на Земле при благоприятных условиях и без участия света, или они доставлены на Землю метеоритами. Но дальнейшее развитие растительности и животного мира во всем многообразии без света невозможно представить. Ведь если труд превратил обезьяну в человека, то и свет, а скорее его отсутствие, сыграли значимую роль в этом превращении. Свет наполнял паруса человеческой мысли, заставлял думать о себе, о собственной безопасности и комфорте. Об особенностях источников света, использовавшихся в различные времена, и их влиянии на жизнедеятельность человека — в материале кандидата технических наук Бооса Валентина Гербертовича и ведущего менеджера по продвижению МСК «БЛ ГРУПП» Яковлева Георгия.

ДА БУДЕТ СВЕТ...

Ночь всегда таила в себе опасность. Только с рассветом доисторический человек мог найти пищу и утолить голод. Свет давал ему тепло и возможность трудиться. В процессе труда человек научился понимать причинно-следственные связи в природе. Его мышление ещё не позволяло понять большинства явлений и создавало религию, в которой Солнце было главным божеством. В эпоху древней цивилизации возникшие современные религии объясняли свет как творение Бога. В первый день Бог создал небо, т.е. пустое пространство. Во второй — землю, т.е. материю или вещество. А про третий день в Ветхом Завете написано: «И сказал Бог: да будет свет. И стал свет. И увидел Бог свет, что он хорош, и отделил Бог свет от тьмы. И назвал Бог свет днём, а тьму ночью...»

ПЕРВЫЕ ШАГИ

Для выживания человеку недостаточно было дня, и чтобы прогнать ночь, он научился использовать пламя огня. Не умея зажигать пламя, человек искусно сохранял и поддерживал огонь, придумывая специальные устройства. Как и создание орудий труда, сохранение огня и поиски способов зажигания пламени заставили работать мозг человека, и он придумал огниво.

Много тысячелетий человечество пользовалось светом пламени костра, чаши с маслом, факела, свечи (рисунок 1). Фитиль, пропитанный маслом, воском, жиром тюленя или кита, наконец, керосином, давал пламя, которое освещало дворцы и лачуги столетия. Изобретение пороха открыло для человека световые эффекты фейерверка. Свет с огромной эмоциональной силой стал украшением праздников. Было открыто, что белый свет является суммой всех цветов радуги, и призма может разложить пучок белого света на все цвета спектра. Но и пламя стало предметом изучения. Великий Ньютон занимался разработкой теории пламени свечи. Он доказал, что светятся раскалённые частицы углерода, поднятые в пламя восходящими потоками воздуха. Эта работа дала толчок новым химическим исследованиям и разработке способов получения светильного газа. В газовых лампах светила металлическая сетка, нагретая газовым пламенем. Преимущества были не только в большем количестве света, но и в удобстве управления им одним поворотом крана на газовой трубе. Лампа зажигалась от маленького фитиля, постоянно горевшего в ней. Раньше слуги бегали по залам дворца, зажигая каждую лампаду или свечу специальными горящими лучинами, а теперь все лампы зажигались одним поворотом крана.

Рисунок 1. Факел и свеча

Рисунок 2. Лампа накаливания

О ДИВНЫЙ НОВЫЙ МИР

Каждый новый способ получения света давал толчок научной мысли и техническому прогрессу. Молния — вот какое природное явление привлекало научную мысль. Наука об электричестве дала человеку источники электрического тока и возможность создания электрических ламп — дуги Петрова, Лодыгина и ламп накаливания Яблочкова и Эдисона (рисунок 2). Электрический свет был настолько востребован, что уже через 10 лет после изобретения лампы накаливания стали выпускаться промышленно. **Электрическая дуга** (один из видов электрического разряда в газе, необходимый для начала работы газоразрядной лампы) в атмосфере вначале применялась в световых маяках и прожекторах, где требовался очень яркий и компактный источник света для формирования узкого светового пучка. Затем дугу поместили в кварцевую трубку, откачали воздух и наполнили инертным газом с парами металла.

КАК ЭТО РАБОТАЕТ?

Изучение свечения атомов различных веществ в электрической дуге, законов распространения света и взаимодействия его с окружающей средой радикально продвинуло науку о природе света и строении вещества. Стало ясно, что свет — электромагнитное поле, изменяющееся периодически с огромной частотой и распространяющееся в пространстве с огромной скоростью 300 000 км/с. Электрическое поле направлено перпендикулярно магнитному. Направление распространения света в пространстве перпендикулярно плоскости, в которой лежат напряжённости электрического и магнитного полей. В луче света независимо действует одновременно множество таких полей, сдвинутых по фазе и разнонаправленных в поперечных плоскостях. При прохождении через некоторые кристаллы или отражении от их граней возможно избирательное поглощение полей, ориентированных в некоторых направлениях, и луч света становится поляризованным.

Эксперименты по испусканию и поглощению света показали, что количество энергии в световой волне не может плавно уменьшаться до нуля, а имеет предельное значение, которое может быть выделено или поглощено микросистемой (молекулой или атомом) в элементарном акте взаимодействия. Эта порция энергии называется квантом света или фотоном. Квантование света стало основой квантовой механики с её новыми законами и математическим аппаратом. Развитие этой теории продолжается в направлении квантования пространства и времени и смыкается с общей теорией относительности. *

Специальная теория относительности потребовалась для объяснения светового эффекта. Скорость движения источника света вместе с Землёй по классическим представлениям должна была прибавляться или вычитаться из скорости света, испускаемой этим источником, при измерениях по направлению движения Земли или против этого направления. Но результаты измерений получились

для обоих направлений одинаковыми. Механическое количество движения источника света не передаётся уже испущенному им свету и не увеличивает его скорость. Просто переместившийся источник света с нового места испускает новую порцию света. Эйнштейн сформулировал первый постулат теории относительности: ни одно тело не может двигаться со скоростью, превышающей скорость света в пустоте.

Исследования свечения газов в тлеющем и дуговом электрическом разряде (один из типов стационарного электрического разряда в газе, характеризующийся большой плотностью тока и малым падением напряжения), а также в **искровом разряде*** (нестационарный электрический разряд в газе, возникающий в электрическом поле при давлении газа до нескольких атмосфер; сопровождается в электрическом поле характерным звуковым эффектом — «треском» искры) дали инструмент для понимания строения атомов и открытия электронной оболочки атома. Испускание света объяснили переходом одного из электронов оболочки с нестабильного энергетического уровня на стабильный. При этом испускается фотон, представляющий собой электромагнитную волну с определённой длиной. Чем больше разность энергии нестабильного и стабильного уровней, тем короче длина волны и больше энергия фотона. Электроны оболочки переходят со стабильных на нестабильные более высокие уровни в результате соударения атома со свободным электроном, двигающимся в межатомном пространстве. В газе расстояния между атомами очень велики, и внешнее электрическое поле разгоняет электроны в межатомном пространстве до высоких скоростей. Электрон приобретает энергию, которую при соударении с атомом отдаёт электрону оболочки и переводит его на более высокий нестабильный энергетический уровень. Каждый химический элемент имеет свою систему уровней в электронном облаке атома. Разность энергии между нестабильным и стабильным уровнями различна и свойственна именно этому химическому элементу. Поэтому каждый элемент имеет свой спектр свечения. На этой основе разработаны методы спектрального анализа веществ и определения химического состава.

В электронных оболочках атомов имеются такие энергетические уровни с повышенной энергией, на которых электрон достаточно долго не отдаёт излишек энергии без внешнего воздействия. Это метастабильные уровни. Излучение с них возможно при соударении с другим электроном или атомом. Возможна также передача энергии третьей частице. Эксперимент показал, что фотон подходящей длины волны также вызывает излучение с таких уровней, причём совпадающее по фазе с излучением первичного фотона (когерентное излучение). В результате вместо одного появляется два когерентных фотона, и направление их распространения совпадает. Это излучение называется индуцированным. Его можно инициировать в тлеющем разряде в газе или в кристалле, облучаемом лампой. В первом случае энергию для образования метастабильных атомов даёт разряд, во втором — фотоны от внешней лампы (лампы накачки). Если на торцах объёма, в котором образуются возбужденные атомы, поместить зеркала, то многократное отражение света от них и прохождение по объёму обогащенного энергией вещества сформирует луч когерентных фотонов, распространяющихся строго параллельно друг другу и содержащих огромный запас энергии. Через отверстие в одном из зеркал этот луч можно вывести наружу, и световая энергия в нём распространится в пустом пространстве прямолинейно и без потерь на сколь угодно большое расстояние. Ширина пучка практически не увеличивается с увеличением расстояния. Такое устройство называется квантовым генератором или лазером. Оно находит широкое применение: от передачи информации до резки материалов. Этот идеально острый нож применяется, например, в хирургии глаза.

Электрический разряд в парах металлов при давлении ниже 1 мм ртутного столба для зажигания и стабилизации требует присутствия добавки инертного газа при давлении несколько мм рт. ст. (буферного газа). Атомы металла, образующие рабочее вещество, возбуждаются и ионизируются гораздо легче, чем атомы инертного газа, поэтому токопроводность и излучение обеспечивают они, а атомы инертного газа, концентрация которых в сотни раз выше, тормозят движение атомов металла к стенке

разрядной трубки, оптимизируя их концентрацию в объёме разряда, где они приносят максимум пользы. Ток в разряде переносит электронный газ и ионы металла, двигаясь в противоположных направлениях. Быстрые электроны с наибольшей вероятностью возбуждают в электронных оболочках атомов металла самый низкий энергетический уровень. Фотон, который испускает атом с этого уровня, может поглощаться на своём пути другим таким же атомом. Такое излучение называется резонансным. Другой атом может испустить такой же фотон или отдать энергию третьей частице. При оптимальном давлении паров металла, составе и давлении буферного газа мощность, отводимая резонансным излучением, превышает 50% мощности разряда.

ГАЗОРАЗРЯДНЫЕ ЛАМПЫ

В первых источниках света использовались пары натрия, излучающие резонансные спектральные линии в жёлто-зелёной области (длина волны 589 – 589,6 нм). Эти лампы были созданы в Голландии и применялись для освещения автострад. Учитывая, что автомобили были чёрно-белыми, а дорога — серой, отсутствие в свете ламп синего и красного света не имело большого значения, но экономичность освещения была самой высокой.

В 40-е годы в Германии появились ртутные люминесцентные лампы низкого давления и стали применяться для промышленного освещения. В СССР также проводилась разработка таких ламп, и ещё в годы войны на Московском электроламповом заводе было начато их производство.

После войны в Москве начал работу завод ламп дневного света на Красноказарменной улице. В этих лампах также резонансное излучение атома ртути с длинами волн 253,7 и 184,9 нм содержит почти 60% мощности лампы, и эта энергия должна преобразовываться люминофором, нанесённым на стенку разрядной трубки, в видимый свет с благоприятным спектральным распределением. Первоначально световая отдача ламп при оптимальной длине и диаметре трубки достигала 60 лм/Вт, и передача цвета объектов считалась удовлетворительной. Преимуществами таких ламп по сравнению с лампами накаливания были в 5 раз большая световая отдача и срок службы 5000 ч вместо 1000 ч у ламп накаливания. Недостатком была длина лампы больше метра при мощности всего 40 Вт. Поэтому люминесцентные лампы применялись не в жилищах, а в промышленных, торговых и общественных помещениях, а осветительные установки были на порядок дороже, чем с лампами накаливания. Но высокие капитальные затраты быстро окупались экономией электроэнергии. Были построены ламповые заводы в Саранске, Смоленске, Полтаве, Ереване. Выпуск превысил 50 млн. шт. в год. Продукция шла на экспорт в развивающиеся страны.

РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ

Пропорционально производству ламп развивалось и производство пускорегулирующих аппаратов и светильников. Вновь построенные заводы в Москве, Лихославле, Кадошкино, Ардатове, Ереване, Броварах (под Киевом), Тернополе, Риге обеспечили необходимый объём производства люминесцентных светильников. Вторая половина 20-го века была эпохой люминесцентного освещения (рисунок 3). Лампы совершенствовались: повышалась световая отдача (до 80 лм/Вт), срок службы (до 10000 ч), стабильность светового потока, качество передачи цвета объектов. Конструкторские усовершенствования были направлены на создание более компактных ламп путём уменьшения диаметра и изменения конфигурации трубки. Диаметр трубки уменьшили до 16 мм, применили люминофоры с редкоземельными активаторами и у лампы метровой длины получили световую отдачу 100 лм/Вт при сроке службы 20000 ч и высокой стабильности светового потока. Для бытового освещения сконструировали компактные люминесцентные лампы с трубкой в виде спирали. Они имели цоколь как у лампы накаливания и такие же размеры. В цоколе размещался электронный блок питания, так что лампа могла напрямую заменить лампу накаливания в существующем светильнике. Это обеспечило высокий спрос и быстрое распространение ламп, тем более, что цена их была лишь в три-четыре раза выше, чем у ламп накаливания, а срок службы в десятки раз больше.

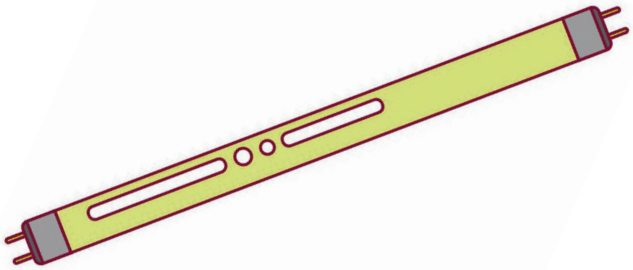


Рисунок 3. Люминесцентная лампа

Ртутные лампы высокого давления были созданы ещё раньше, чем люминесцентные — в 20-е годы прошлого века. Электрическая дуга в парах ртути при давлении выше атмосферного в короткой кварцевой трубке даёт холодный белый свет, однако с большим недостатком в красной области спектра. Световая отдача 50 лм/Вт. Световая отдача повышается с повышением давления, и заполнение красной области спектра улучшается. Поэтому лампы были быстро усовершенствованы: кварцевую разрядную трубку поместили в стеклянный баллон с люминофором на внутренней стенке, пополнявшим излучение в красной области, и повысили температуру разрядной трубки для повышения давления ртутного пара. В результате световая отдача достигла 60 лм/Вт, и улучшился вид красных объектов. Конструктивно лампы были подобны лампам накаливания, но присоединять к электросети их можно было только через пускорегулирующий аппарат, хотя зажигались они от сетевого напряжения. Лампы нашли широкое применение для уличного и производственного освещения, на железной дороге, водном транспорте, в сельском хозяйстве. Их преимущества — высокая световая отдача и срок службы при невысокой цене.

В начале 60-х годов прошлого века были созданы лампы высокого давления с добавками редкоземельных элементов, которые вводились в виде иодидов и бромидов, легко испарявшихся со стенок разрядной трубки. В разряде они разлагались из-за высокой температуры, галогены вытеснялись к стенке, а атомы металлов возбуждались и давали основную часть светового потока. Ртуть, как и инертный газ, присутствовала в лампе для её зажигания и разгорания в первые минуты. После испарения галогенидов лампа входила в рабочий режим со световой отдачей 70 – 80 лм/Вт и хорошо заполненным спектром. Конструктивно лампы были одинаковы с ртутными лампами высокого давления. Лампы присоединялись к электросети через пускорегулирующий аппарат. Лампы зажигались импульсами напряжения свыше 1000 В. Преимущества ламп заключались в высокой световой отдаче и мощности (до 2 кВт), в отличной передаче цвета объектов и большом сроке службы. Благодаря высокой яркости разряда лампы эффективно работали в прожекторах для спортивного, телевизионного, театрального и архитектурного освещения.

Одновременно были созданы и завоевали огромную популярность натриевые лампы высокого давления. Вследствие химической активности натрия для разрядной трубки был создан специальный прозрачный и прочный при высокой температуре материал из окиси алюминия. Конструктивно эти лампы похожи на ртутные лампы высокого давления, но из внешнего стеклянного баллона лампы удалён воздух и введён газопоглотитель, поддерживающий вакуум при работе лампы. Таким образом, улучшена теплоизоляция разрядной трубки и устранена опасность химического разрушения токовводов трубки из-за высокой температуры. Лампы имеют рекордно высокую световую отдачу до 150 лм/Вт и срок службы десятки тысяч часов, но цветопередача пригодна только для промышленного и наружного освещения. Значительную область их применения занимает дополнительное освещение растений в промышленных теплицах.

В процессе создания и усовершенствования газоразрядных источников света сформировались методы оценки цветопередающих свойств. За образцовый свет принят свет полного излучателя. Этот излучатель одинаково поглощает свет всех длин волн и называется абсолютно чёрным. Его яркость и спектр рассчитываются теоретически при любой температуре. Для них на основании данных о функциях зрения среднего наблюдателя рассчитывается цветность тестовых образцов объектов — натуральная цветность. Аналогичный расчёт цветности тестовых образцов выполняется для спектра испытуемой лампы, и определяется температура полного излучателя, при которой минимально отличие натуральной цветности образцов от цветности с испытуемой лампой. Эта температура

называется коррелированной цветовой температурой испытуемой лампы. Набор содержит тестовые красные, зелёные и синие образцы различных оттенков и насыщенности. Для каждого тестового образца рассчитанные значения коррелированной температуры в общем случае не совпадут между собой. Если разброса нет, то цветопередача получает высшую оценку 100 баллов.

С развитием цветного кино и телевидения задача получения натурального цвета на экране решается в первую очередь правильным выбором источников освещения. При необходимости используются светофильтры и регулировки спектральной чувствительности кинокамеры. Для освещения кино- и телестудий выпускаются специальные лампы, помогающие получить на экранах правильную цветопередачу.

СВЕТОДИОДНАЯ РЕВОЛЮЦИЯ

21-й век ознаменовался созданием нового источника света — светодиода достаточной мощности (рисунок 4). Существовавшие ранее светодиоды мощностью не более 100 мВт использовались как индикаторы. Они выпускались разного цвета для табло и пультов управления в диспетчерских, а также для дисплеев измерительных приборов. Новые светодиоды, пригодные для освещения, имеют мощности 1 – 10 Вт и дают белый свет высокой яркости, т.к. диаметр светящей области — порядка 1 мм. Конструкция может содержать подложку с четырьмя светодиодами: красным, зелёным, синим и синим светодиодом с люминофорным слоем на защитном колпачке, который даёт белый свет. Чтобы спектр излучения был полный, блок управления обеспечивает определённые режимы светодиодам при присоединении к электрической сети. Свет возбуждается электрическим током при пересечении границы между двумя n- и p- полупроводниками. Здесь происходит рекомбинация электронов и дырок с выделением фотонов. Потери энергии в виде тепла имеют место в полупроводниках и приводят к нагреву перехода и снижению световой отдачи при большом токе. Поэтому важно обеспечить высокую теплопроводность подложки и слоёв полупроводника. При оптимальном токе световая отдача превышает 100 лм/Вт. Благодаря высокой чистоте материалов светодиоды в оптимальном режиме работают десятки тысяч часов без снижения световой отдачи.

Конструктивно светодиодный излучатель может быть оформлен как пластина с большим количеством светодиодов (матрица, лента) или как лампа накаливания. В случае лампы накаливания для лучшего перемешивания цветов колбу делают из молочного стекла. Выпускается и пользуется спросом филаментная светодиодная лампа, в которой на подложках в виде тонких стеклянных стержней диаметром 2 мм и длиной 30 мм нанесены полупроводниковые слои с n- и p- проводимостью так, что они образуют последовательную электрическую цепь, в которой чередуются красные и синие комбинации. В торцах стержней закреплены токовводы, используемые для последовательного соединения стержней в лампе. Стержни закреплены так, что светящее тело похоже на тело накала обычной лампы накаливания. Сверху на стержни нанесён слой люминофора, вследствие чего свечение стержней становится равномерным. Лампа снабжена цоколем от лампы накаливания, в котором размещён блок питания. В продаже имеются лампы, заменяющие лампы накаливания мощностью 40 и 60 Вт.

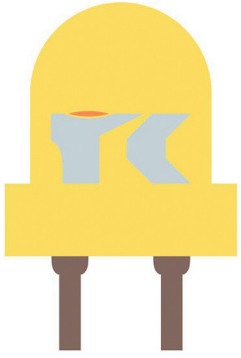


Рисунок 4. Светоизлучающий диод

Плодотворна техническая мысль людей, посвящающих себя созданию и исследованию света! Свет — истинный двигатель, стимулирующий человеческое мышление. Трудно перечислить разнообразные примеры применения света для человека и переоценить его пользу. Это безграничная область деятельности. Впереди бесконечное множество открытий, на которые свет проливает свет. Дело за вами, друзья!

ВООБРАЖЕНИЕ ВАЖНЕЕ ЗНАНИЙ! ТАК ЛИ ЭТО?

Воображение важнее знаний! Казалось бы, странное высказывание, но это с точки зрения классического подхода, а вот гениальный бунтарь Альберт Эйнштейн был в этом убеждён. Он, в отличие от других, избегал методичного изучения экспериментальных результатов и давал свободу своему воображению и мысленным экспериментам, с помощью которых выявлял важнейшие принципы, сравнивая общие теории и реальные факты. К слову сказать, свой путь к известности он начал с предсказания: в 1905 году предположил, что ход луча света искажается под воздействием гравитации, т.е. при прохождении через гравитационное поле луч света должен казаться искривлённым. Своими размышлениями поделились главный редактор Басов Александр и руководитель нашего журнала Шерри Наталия Сергеевна.

Особенность воображения в первую очередь состоит в том, что оно формирует предположение или даже решение при отсутствии всей палитры знаний, необходимой для мышления, и является основой интеллекта. Иными словами, знания ещё не оформлены в логическую цепочку, а предположение, пусть ещё не достоверное, уже возникает. Память как бы трансформирует образы, переносит какие-то реальные свойства уже существующего объекта природы на воображаемый и создаёт совершенно новый, при условии способности человека к дополнительному познанию и открытию неизвестных ранее свойств и закономерностей. Говорят, что вертолёт своим созданием обязан стрекозе. Идея подобного летательного устройства возникла в результате наблюдений за поведением этого одного из наиболее древних членистоногих насекомых, которое населяет нашу планету. Воображение свойственно исключительно человеку, именно этим поведение животных отличается от человеческой деятельности: создаётся образ, формируется процесс, и появляется реальное воплощение нового, как результат творческой деятельности. Именно эта функция воображения — создание образа процесса и результата деятельности до их реального воплощения на практике — даёт основание считать воображение базовым компонентом интеллекта.

Возьмём, к примеру, историю изобретения оконного стекла. Она началась с отверстий в стенах, необходимых для создания минимального уровня освещённости в жилище. Нужно было создать Нечто, позволяющее дневному свету проникать в дом, а теплу выходить наружу. Это Нечто и есть конечный реальный результат. Процесс — апробация различных вариантов — предшественников стекла: бычьи пузыри, слюда и даже лёд. Реальный результат — искусственное стекло, которое было изобретено предположительно в Древнем Египте в третьем тысячелетии до н.э. Сегодня его только совершенствуют и модернизируют, затемняют, бронируют, декорируют и т.д.

Гениальная и очень значимая научная работа Эйнштейна «Общая Теория Относительности» (сокр. ОТО) была предложена научному обществу в 1915 году, а своё первое подтверждение получила только в 1919 году при измерениях во время солнечного затмения. И это особенно интересно, если учесть, что предположение об искажении хода луча под воздействием гравитации, сформированное воображением гения, было сделано за 10 лет до завершения большого теоретического научного труда. Впоследствии теория была проверена бесчисленное количество раз. Все эксперименты показали полное совпадение с теоретическим предсказанием. И это было бы удивительно, если бы речь шла не об Эйнштейне, потому что мысленный эксперимент — его особенный, индивидуальный творческий метод. Он наблюдал и рисовал всегда в своём воображении. Рисовал мысленно в образах

ускоряющиеся лифты, падающих художников, движение молнии, двухмерных жуков, ползущих по искривлённым линиям веток, даже конструировал в уме, чтобы точно определить место расположения и скорость движущихся электронов.

Что и как Эйнштейн воображал — рассмотрим на примере ОТО, которую некоторые называют усовершенствованной теорией гравитации Ньютона. У Ньютона было всё просто: есть масса, есть ускорение свободного падения и яблоко, которое падает ему на голову под действием земного тяготения. По Эйнштейну всё гораздо сложнее.

Скорость света — эта та величина, относительно которой абсолютно всё вокруг относительно.

Сделать такой вывод Эйнштейну помог постулат «Об эквивалентности гравитации и ускорения». Помогает в этом разобраться воображаемый эксперимент под названием «Лифт Эйнштейна».

Представьте себе два лифта (рисунок 1). Один неподвижно стоит на Земле. Второй — в невесомости и двигается вверх, и его ускорение равно ускорению свободного падения на Земле. Светознайка, который находится в разных лифтах, не может понять, в каком из лифтов находится, потому что все процессы проходят совершенно одинаково. Это подтверждает эквивалентность (равнозначность) гравитации и ускорения.

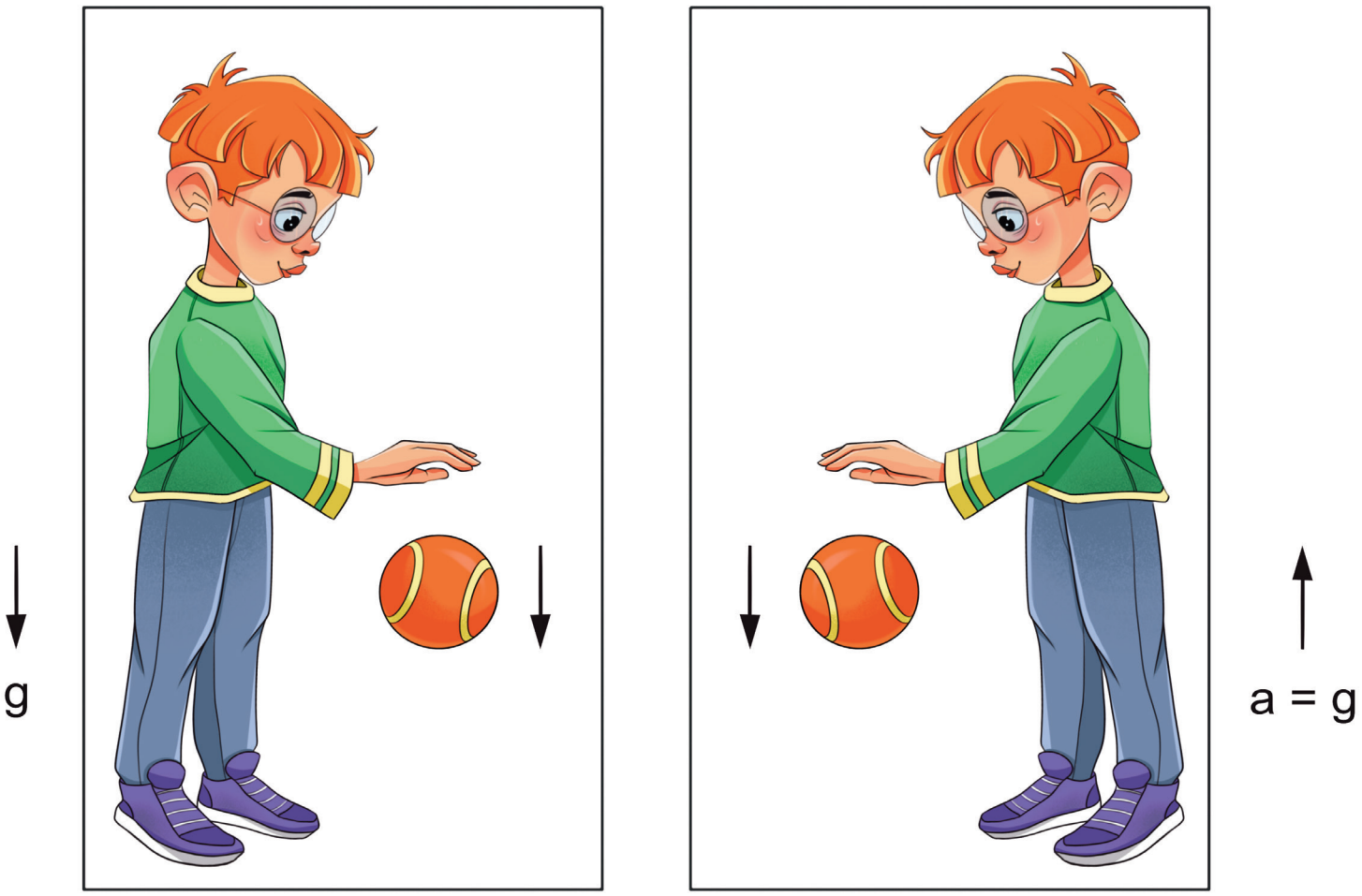


Рисунок 1. Светознайка в лифте на Земле и в невесомости

А теперь обратим внимание на поведение луча! Луч света в движущемся лифте откровенно капризничает (рисунок 2). Даём в руки нашему многоуважаемому профессору лазерную указку. Люкс направляет луч строго горизонтально: от стенки к стенке. Что происходит? В лифте, который стоит, луч соблюдает горизонталь, а в лифте, который двигается вверх, луч отклоняется и прилетает гораздо ниже ожидаемой точки. То есть пока луч двигался по направлению к противоположной стене, лифт успел проделать движение вверх.

Что это? Парадокс? Отрицание эквивалентности гравитации и ускорения? Эйнштейн между тем поразил всех своим предположением, что луч света в лифте, который стоит на земле и не двигается, также полетит по дуге, и процессы в обоих лифтах будут аналогичными. Неожиданно! Многие его коллеги возмутились, ведь было достоверно известно, что фотоны — частички света — не имеют массы. А если масса отсутствует, они никак не могут притягиваться к Земле. Ведь притягиваться могут только объекты с массой. У луча света нет массы, значит и никакого притяжения возникнуть не может. И это противоречит теории Ньютона, по которой «притяжение между телами обратно пропорционально квадрату расстояния между телами и прямо пропорционально массам тел». Эйнштейн лишь усмехнулся и подтвердил, что луч света действительно всегда движется по прямой в силу отсутствия массы у фотонов.

Как же он объяснил такое поведение света? По его мнению, вблизи массивных тел искривляется само пространство, а свет по-прежнему движется прямо, но уже в искривлённом пространстве (рисунок 3).

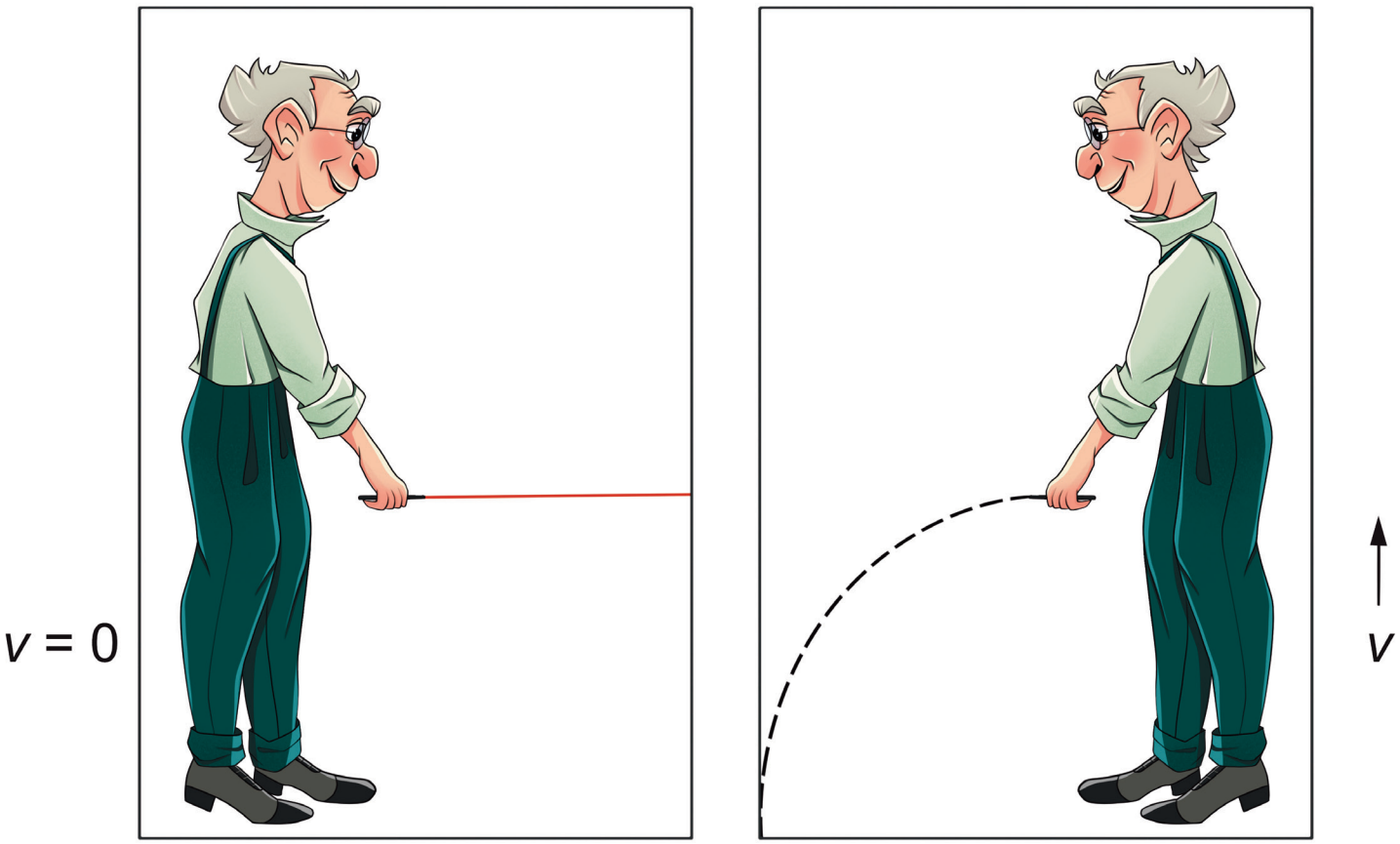


Рисунок 2. Поведение луча в стоячем и движущемся лифте

Рисунок 3. Искривление пространства-времени вблизи массивного тела

Позже, через почти 10 лет научного труда, Эйнштейн вывел несколько страниц формул. Суть же ОТО можно описать и без формул: пространство, вернее пространство-время, искривляется вблизи массивных тел. Тела не притягиваются к более массивным телам, а падают на них.

О великом Эйнштейне пишут много, в том числе и противоречивое, например, о том, что он плохо учился в школе, хотя это не совсем соответствует действительности. Его знания и интеллект далеко опережали школьный уровень. В 14 лет он уже знал дифференциальное и интегральное исчисление. Так что на самом деле он был интеллектуальным переростком. Но уж точно не был удобным ребёнком для учителей. И если в начальной школе был лучшим, то в средней школе относился к предметам избирательно. В частности, не любил механическое зазубривание языков, таких как латынь и греческий, и даже став зрелым человеком, считал, что у него плохая память на слова и тексты. Но главное, что мешало его эффективному обучению — жёсткая дисциплина и авторитаризм учителей. В Мюнхенской гимназии, на основной ступени своего обучения, по мнению своей сестры, «в школе был несносен». Неприятие строгой дисциплины и муштры, которые напоминали ему прусскую армию, раздражало и вызывало резко отрицательные эмоции, которые он не умел скрывать. По мнению ряда учителей, он одним своим присутствием в классе подрывал их авторитет. Именно в Мюнхенской школе сформировалось его неприятие авторитетов, доходящее до бунтарства и неповиновения. Он не был отъявленным хулиганом и нарушителем дисциплины, просто был независим от мнений, остёр на языки, снисходителен до высокомерия, когда выражал свою позицию, отличную общепринятой. Одной своей ироничной улыбкой, при помощи которой он подвергал сомнению всё сказанное, мог довести учителей до бешенства. Такой антиавторитаризм был свойственен ему всегда. Повзрослев, Эйнштейн писал, что «слепая вера в авторитеты — самый главный враг истины».

Конечно, когда мир признал его гениальность, скептицизм, своеволие и особенности характера только добавляли Эйнштейну индивидуальности и даже своеобразного шарма. С этой его оригинальностью мирились. Но в детстве подобное интеллектуальное бунтарство, постоянное отрицание очевидного для всех приносило Альберту, его близким и ближайшему окружению немало неприятностей. К тому же он лично не мог и не хотел принять жёсткую немецкую упорядоченность, дисциплину, авторитаризм учительства и отсутствие свобод, что было свойственно немецкой школе в целом и, в частности, учебному заведению, где проходило его становление как личности. Желание юного гения

покинуть страну превратилось тогда почти в навязчивую идею. И эта идея крепла от одной только мысли, приводящей его в ужас, о необходимости службы в армии. Альберт решил, подготовившись самостоятельно, поступить в Цюрихский политехнический колледж и никогда больше не возвращаться в Германию.

Обучение в Цюрихском политехническом колледже основывалось на идеях И. Пестолоцци, а сама система обучения была прямо противоположной немецкой, которую юное дарование ненавидело. По мнению крупнейшего педагога-гуманиста конца XVIII — начала XIX века Песталоцци, ребёнок «должен сам приходить к умозаключениям, причём начинать надо с доступных наблюдений, дальше подключать интуицию, концептуальное мышление и зрительные образы. Именно так формируется независимое мышление, основанное на свободе действий и персональной ответственности. Обучение визуальному видению — существенный и единственно правильный метод обучения тому, как правильно понимать вещи, а обучение языкам и арифметике, несомненно, должно быть вторично». Эйнштейн впоследствии также утверждал, что задача школы — не таблица умножения и не периодическая таблица Менделеева, а стимулирование творческого подхода и воображения. Кстати, многие великие склонялись к аналогичному подходу. Например, Дени Дидро был уверен, что без воображения «нельзя быть ни поэтом, ни философом, ни умным человеком, ни мыслящим существом, ни просто человеком», а Наполеон вообще утверждал, что «воображение правит миром».

Несмотря на раннее интеллектуальное взросление Эйнштейна, проблемы с обучением у него всё-таки были. В раннем детстве (рисунок 4) он беспокоил своих близких тем, что медленно учился говорить, у него были большие сложности в говорении. Порой ему надо было несколько раз произнести фразу про себя, прежде чем высказать её вслух. Кстати, это беспокоило его всю сознательную жизнь. По мнению отдельных современных специалистов, речевые проблемы такого рода объяснимы с точки зрения своеобразия мышления, поскольку мыслил он не словами, а образами, как часто бывает у творчески одарённых людей: художников, музыкантов, поэтов. Такое образное мышление, по личному впечатлению гения, лежало в основе его развитого воображения и пространственного мышления.

Рисунок 4. Альберт Эйнштейн в юности

Гениальность великого Эйнштейна пытались разгадать многие учёные, ведь как сказал Рузвельт: «В 20 веке ни один другой человек не сделал так много для безмерного расширения области познанного». 43 года хранил мозг Эйнштейна врач — патологоанатом Томас Харви, считая, что его изучение может представлять колоссальный научный интерес. Прах умершего был по воле Эйнштейна развеян, а десятки учёных исследовали фракции мозга гения по кусочкам целые десятилетия. Было опубликовано три научных труда, но и это не дало истинного понимания, как же работал разум человека, который сумел распознать мысли самого создателя Космоса, разгадать загадку Вселенной и вплотную подобраться к тайнам атома.

Сам Эйнштейн был скромен в оценке собственного дарования, в конце жизни говорил: «У меня нет специальных талантов, я просто неистово любопытен». И действительно, его научное любопытство было всепобеждающим. С этим связано много историй, в том числе уходящих корнями в раннее детство. Важное для себя открытие он сделал в 4-5 лет. Однажды Альберт заболел. Лежащему в постели больному сыну отец, пытаясь его отвлечь, принёс компас. Эйнштейн вспоминал, какое неотразимое впечатление на него произвела таинственная магнитная стрелка, которая двигалась без какого-либо механического воздействия на неё. Кто из нас, даже обратив на это внимание, так длительно и последовательно искал бы загадку этого явления? Д. Овербай в книге «Влюблённый Эйнштейн» говорил об этой истории, как символичной для Эйнштейна: «Маленький мальчик трепещет, чувствуя невидимый порядок, скрывающийся за хаотической реальностью». Поскольку о своём детском восприятии этого поразившего его явления Эйнштейн рассказывал не однажды, подобный эпизод упоминается и в фильме «Коэффициент интеллекта», и в детской книжке «Спасти компас Альберта» С. Оппенгейма. На протяжении всей своей жизни Эйнштейн считал принятую концепцию поля, воздействие электрических и магнитных полей величайшим вкладом в науку. И тем, что для нас сейчас привычно, он откровенно восхищался, не переставая отдавать дань удивительным природным явлениям. Магнитное поле, гравитация, инерция, лучи света, ускорение вызывали в нём нечеловеческое благоговение, он упивался собственным бесконечным научным любопытством к великим тайнам мироздания, не зависимым от человека и человечества.

В 1900 году лорд Кельвин заявил: «В физике уже не осталось ничего нового и открывать больше нечего»! Казалось бы, в конце 17 века Ньютоном заложены все основы классической физики. Спрятавшийся от чумы в деревне «Вулсторп», И. Ньютон разработал дифференциальное исчисление, проанализировал спектр белого света и открыл закон всемирного тяготения. В середине 1800-х годов Майклом Фарадеем уже раскрыта тайна электрического и магнитного поля; а Джеймсом Масквеллом описано взаимопревращение электромагнитной волны. Кельвин не мог даже предположить, что живое воображение, независимость от авторитетных взглядов и общепринятых теорий, на которую вряд ли бы решился учёный, мыслящий традиционно, а не как Эйнштейн, могли способствовать открытию чего-то нового.

Эйнштейн гениален в своём почти детском изумлении обыденному (рисунок 5). Созерцая окружающее, он искал ответы на свои вопросы, будучи убеждённым в том, что природа не терпит беспорядочности. Законы физики должны объяснять всё происходящее, не должны противоречить друг другу, обязаны работать в логической последовательности. Если аналогично жуку, который ползёт по скрученному листу, двигаться по искривлённому пространству, как это можно заметить?

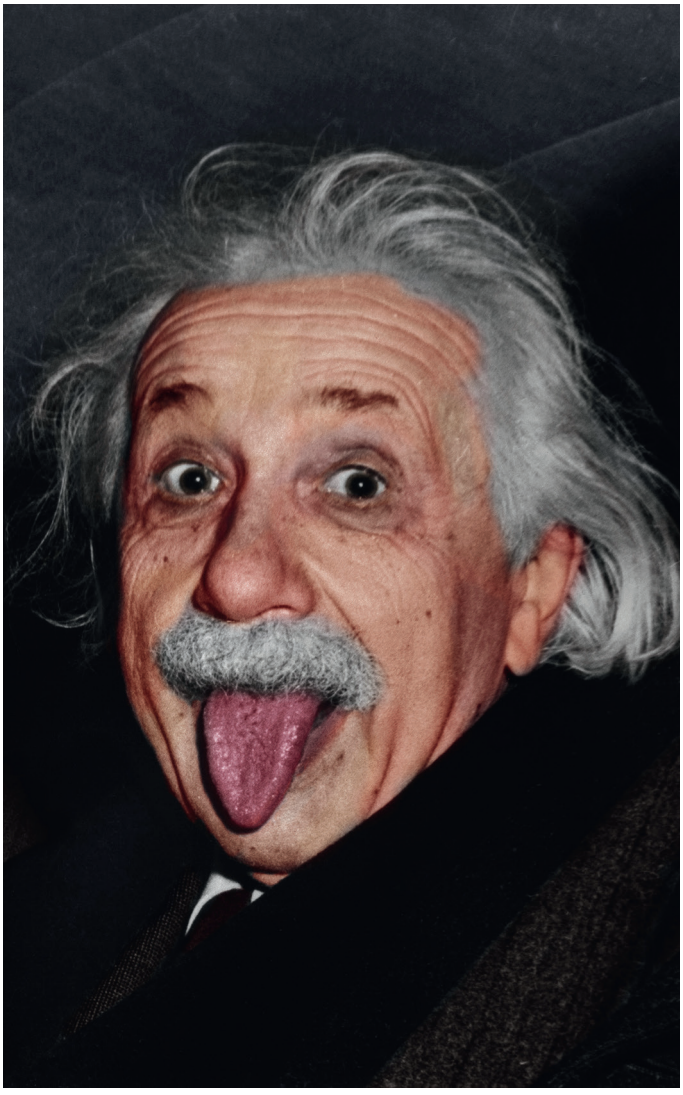


Рисунок 5. Знаменитая фотография Альберта Эйнштейна

Почему стрелка компаса указывает на север? Вопросы, вопросы, вопросы и воображение гения, позволяющее отражать реальность в новых, непривычных и неожиданных связях. Нонконформист — таким Эйнштейн оставался до конца своих дней, всегда отстаивающий собственное мнение, которое, как правило, противоречило общепринятому. Да и, пожалуй, действовал гений вопреки принятому в его окружении поведению. Научный интерес ко всему происходящему, полная отстранённость от того, что не интересовало, и уникальность творческого воображения — этим он объяснял собственную гениальность и необыкновенную результативность и утверждал, что «воображение важнее знаний».

Эйнштейн был способен синтезировать любые представления в процессе своего воображения и осуществлять это в любых формах, которые являются операциями воображения. Таких операций много:

- **Аглютинация** (от греч. agglutinatio — склеивание) — создание новых образов путём соединения несовместимых в повседневной жизни различных частей, качеств и свойств реальных объектов. Например, избушка на курьих ножках;
- **Гиперболизация** — увеличение или уменьшение предмета или отдельных его частей. Например, Гулливер, Мальчик-с-пальчик и др.;
- **Типизация** — выделение существенного, постоянного и воплощение выделенного в конкретном образе. Например, в карикатурный образ типичного рассеянного человека со сковородой на голове;
- **Схематизация** — слияние отдельных предметов, когда сходные черты выделяются особенно отчётливо. Например, национальный колорит;
- **Заострение** (акцентирование) — способ подчёркивания особенностей, характерных для конкретного образа, имеющих важное значение. Например, Базаров-нигилизм.

Совершенно очевидно, что, владея всеми приёмами в высокой степени активности, он чётко шёл к цели, решая конкретные задачи, для достижения результата. Назовём это продуктивным, активным воображением.

Ведь мечта — тоже своеобразная форма, но только пассивного воображения. Можно мечтать о ковре-самолёте и скатерти-самобранке, лёжа на диване, а можно продуцировать воображением активную творческую деятельность. Пассивное воображение создаёт образы, но не воплощает их в жизнь, не осуществляет реальную активность. Например, безработный может мечтать о достатке, но при этом ничего не предпринимать для поиска работы.

Наверное, многие сталкивались с проблемой, когда собака попала в заросли репейника. Но только швейцарский изобретатель Жорж де Местраль, вычёсывая колючки из шерсти своего четвероногого друга, придумал и создал ленты-застёжки — «липучки».

Наряду с особенностями других психических процессов, мышление и воображение — базовые процессы интеллектуальной деятельности, которые влияют на развитие когнитивной сферы, индивидуализируя человека и формируя стиль его личности. Именно поэтому воображение и творческая деятельность человека теснейшим образом связаны. Различные виды воображения, как правило, — результат развития различных видов творческой деятельности. Поэтому роль воображения в жизни может быть весьма различной в зависимости от того, в какой мере воображение включается в реальную деятельность. Томас Альва Эдисон, один из изобретателей электрической лампочки, впервые задумался о возможности электрического освещения, когда разгневался на газовую кампанию (вот она реальная действительность), отключившую газ в его мастерской за неуплату. Сам он писал об этом: «В то время я платил шерифу по пять долларов в день, чтобы как-то отсрочить наложение ареста на мою маленькую мастерскую, а тут ещё пришёл газовщик и отключил у меня газ. Я так рассердился, что прочёл всё о газовой технике и экономике, чтобы выяснить, а нельзя ли сделать так, чтобы электричество заменило газовое освещение, и пусть тогда эти скряги получат сполна».

Как научная, так и любая инженерная деятельность предполагает способность к творчеству. Техника, её создание — это одно из проявлений творческого действия. Её величают второй природой, так называемым антропогенным миром.

Второй, потому что первой всегда останется, и это очевидно, мир естественный. Можно быть знающим специалистом, но узкой специальной подготовки для полноценной научной или инженерной деятельности недостаточно. Добиться высот в своём деле, с учётом непрерывно обновляющегося многообразия мира техники, возможно, но только в связке естественных и социальных проблем, такой, например, как отключение газа. Основательная методологическая подготовка, укрепление своих мировоззренческих позиций и совершенствование своего творческого арсенала — непременные атрибуты развития. Иными словами, формирование и повышение уровня трёх составляющих культур: мышления, воображения и творческой деятельности — обязательное условие для будущих учёных — исследователей и инженеров. Нужен результат? Опирайся на эти неизменные три столпа!

Эйнштейна однажды спросили, как делаются великие открытия. Он ответил:

— Очень просто. Все знают, что это сделать невозможно. Случайно находится один невежда, который этого не знает. Он-то и делает открытие!

Эйнштейн любил фильмы Чаплина. Однажды он написал ему письмо: «Ваш фильм «Золотая лихорадка» понятен всем в мире, и Вы станете великим человеком». Чарли Чаплин с присущим ему юмором ответил: «Вами я восхищаюсь ещё больше. Вашей теории относительности никто в мире не понимает, и всё-таки Вы уже стали великим».

Альберт Эйнштейн и Чарли Чаплин (1931 год)

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

Искусство освещать дано лишь тем,
Кто наделён талантом и уменьем
Энергию дарить и ночи оживлять
Своим трудом, любовью и терпеньем

ПОЧЕМУ МЫ ВИДИМ ОКРУЖАЮЩИЙ МИР ЦВЕТНЫМ?

Возникновение цвета вплоть до 17 века объяснялось по-разному. Выдвигались такие невероятные теории, как смешение света с темнотой и существование в природе четырёх основных цветов, таких же реальных, как краски на палитре художника. Каким образом в природе возникают цвета? Почему мы видим мир цветным? На эти непростые вопросы нам дадут ответ преподаватель кафедры «Светотехника» НИУ МЭИ Рыбина Виктория и студент кафедры «Светотехника» НИУ МЭИ Табырца Георгий.

Мы видим предметы цветными из-за света, который эти предметы отражают. Это открытие принадлежит Исааку Ньютону. Он разделил свет на разные цвета с помощью призмы и мог наблюдать на экране сплошную полоску цветов, плавно переходящих от одного к другому, которую назвал спектром (рисунок 1).

Рисунок 1. Разложение белого света в спектр при помощи призмы

Затем учёный отделил от полученного спектра небольшую часть, поместив на пути лучей чёрную дощечку с маленьким отверстием, и направил на разные предметы.

И. Ньютон обнаружил, что красное яблоко отражало красный свет (рисунок 2), зелёное — зелёный, но при этом после соединения спектра с помощью собирающей линзы снова получался белый свет.

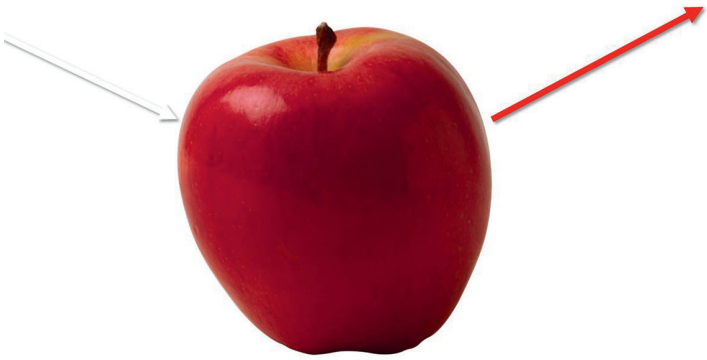


Рисунок 2. Отражение света от красного яблока

ЭКСПЕРИМЕНТ: ПРЕДЛАГАЕМ ПОВТОРИТЬ ОПЫТ И. НЬЮТОНА

Для проведения эксперимента понадобится: источник света (фонарик телефона), лист белой бумаги, цветные предметы и чёрная дощечка с маленьким отверстием.

1. В тёмной комнате направь свет от фонарика через маленькое отверстие на цветной предмет;
2. Рядом с предметом держи белый лист бумаги, наклонив так, чтобы поймать отражённый от предмета свет;
3. На листе бумаги появится пятно того же цвета, что и предмет.

И. Ньютон провёл ещё несколько экспериментов, которые ты можешь повторить, например, смешивание разных цветов в белый цвет с помощью диска.

Позднее уже другой учёный, Томас Юнг, установил, что свет обладает волновыми свойствами, и что каждому цвету соответствует волна определённой длины (рисунок 3).

Если с помощью специальных приборов провести измерение длин световых волн, то окажется, что свет с длиной волны 640 нм выглядит красным, а с длиной волны 540 нм — зелёным (рисунок 4). Однако разница между ними — всего лишь 100 нм (0,00001 см)! Так как же человек видит цвет предметов?

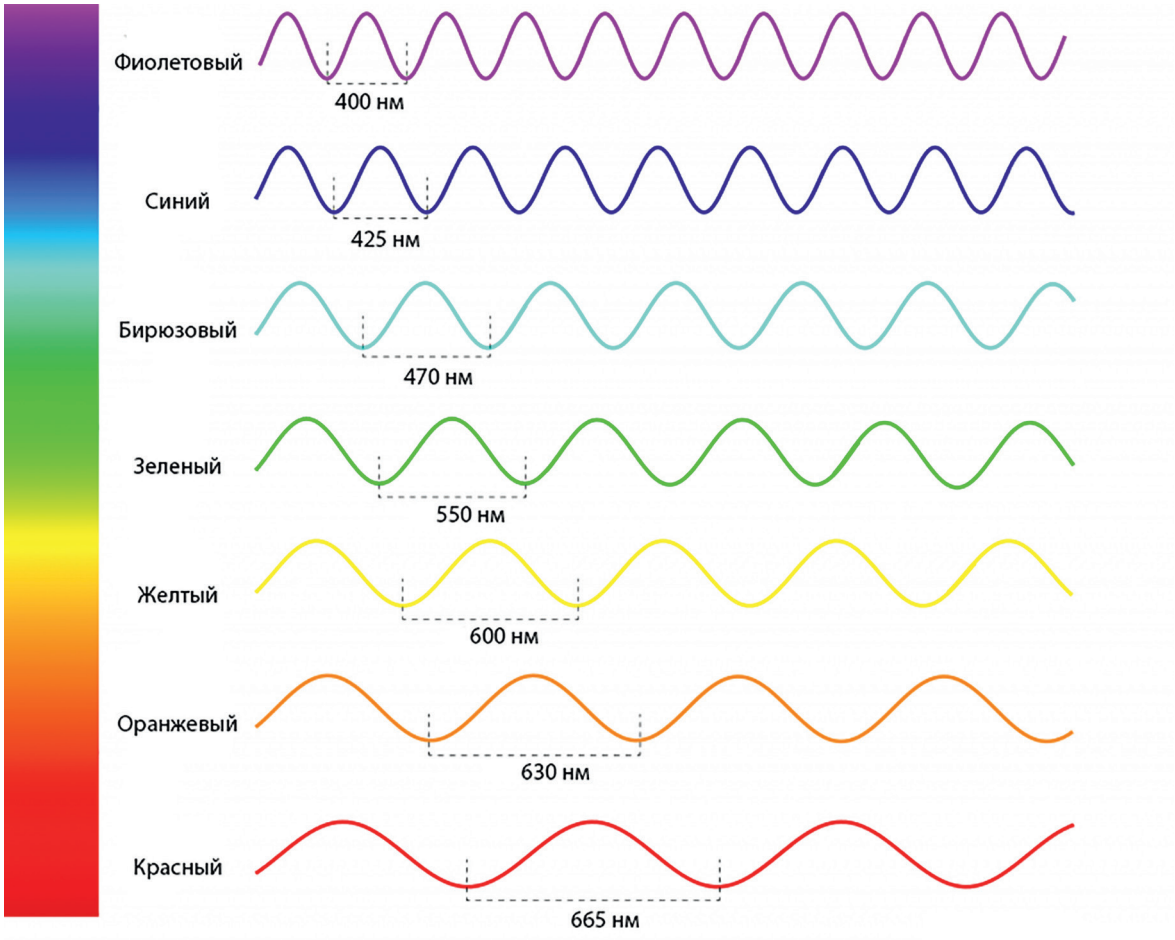


Рисунок 3. Длины различных волн и соответствующие цвета

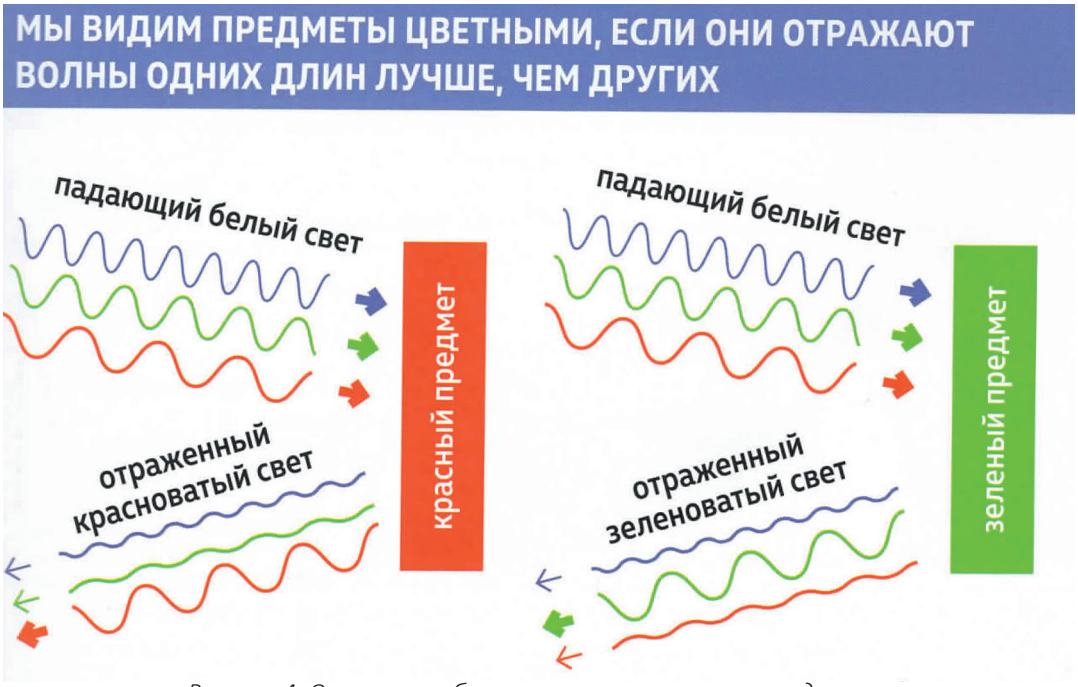


Рисунок 4. Отражение белого света от цветных предметов

Предмет слева на рисунке 4 поглощает свет с более короткой длиной волны (синий и зелёный) лучше, чем с более длинной (красный), и поэтому выглядит красным. Предмет справа, который выглядит зелёным, поглощает красный и синий лучше, чем зелёный. То есть если мы видим, что предмет зелёного цвета, это означает, что состав его поверхности таков, что он поглощает все волны, кроме зелёных.

Сами по себе предметы не имеют никакого цвета и обретают его лишь при освещении! Если белый свет состоит из смеси света с разными длинами волн, то в каком соотношении они смешиваются?

Какая доля в белом свете приходится на воспринимаемый нами жёлтый свет с длиной волны 470 нм, определится переносимым количеством энергии, иначе говоря интенсивностью этого света.

Спектральные характеристики показывают интенсивность и длину волны света. По области длин волн, на которую приходится большая энергия (максимум интенсивности), можно определить преобладающий оттенок света со сложным спектральным составом.

Например, по спектральной характеристике Солнца заметно, что максимум интенсивности

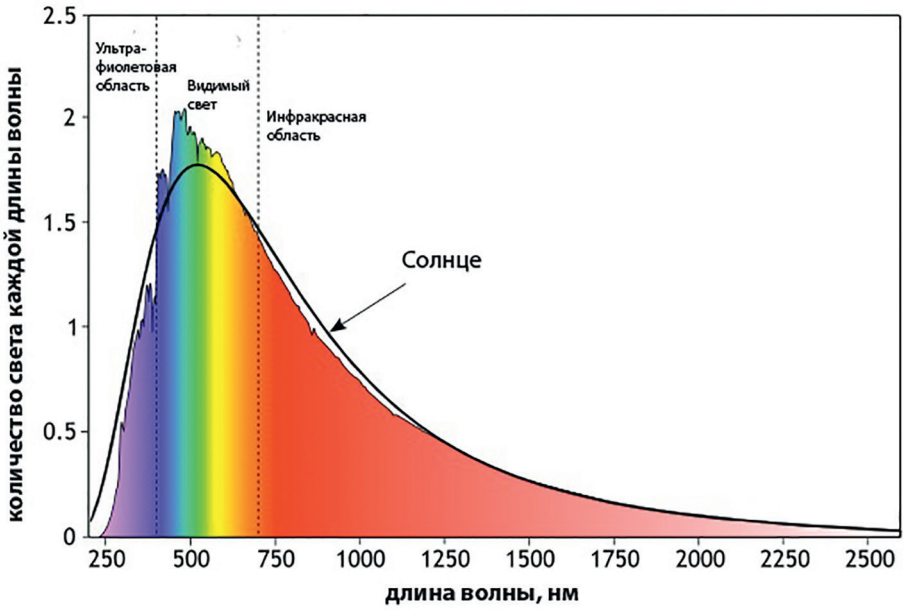


Рисунок 5. Спектр Солнца

солнечного света приходится на длины волн, соответствующие зелёному и жёлтому цветам (рисунок 5).

Какие бывают спектры? Сплошной спектр в виде радужной полоски (рисунок 6) дают твёрдые раскалённые тела и находящиеся под большим давлением громадные массы газа (например, звёзды).

Газы и пары при сильном нагревании или под действием электрического разряда испускают свет, разложение которого даёт линейчатый спектр, состоящий из отдельных цветных линий (рисунок 7). При этом у каждого вещества получается свой набор цветных линий.

Но если часть света поглощается предметами, то какой спектр у отражённого от предметов света?

Для того чтобы узнать, как именно изменится спектр после отражения от предмета, экспериментально определяют спектральную характеристику отражения или относительное количество отражённого света каждой длины волны.

Например, по характеристике отражения света от томата можно сказать, что большая часть отражённого света приходится на оранжево-красную область, и мы видим красный свет.

ЭКСПЕРИМЕНТ: ПРЕДЛАГАЕМ ПРОВЕСТИ ЭКСПЕРИМЕНТ НЕ ТОЛЬКО НА ОТРАЖЕНИЕ, НО И НА ПРОПУСКАНИЕ СВЕТА

Для проведения эксперимента понадобится: прозрачная плёнка, источник света (фонарик телефона), лист белой бумаги, цветные фломастеры и ножницы.

1. Возьми прозрачный файлик или плёнку и разрежь ножницами на одинаковые фигуры, например, на прямоугольники;
2. Разукрась их фломастерами в разные цвета;
3. Направь свет от фонарика на плёнки и получишь фильтры, комбинацией которых можно получать разные цвета.

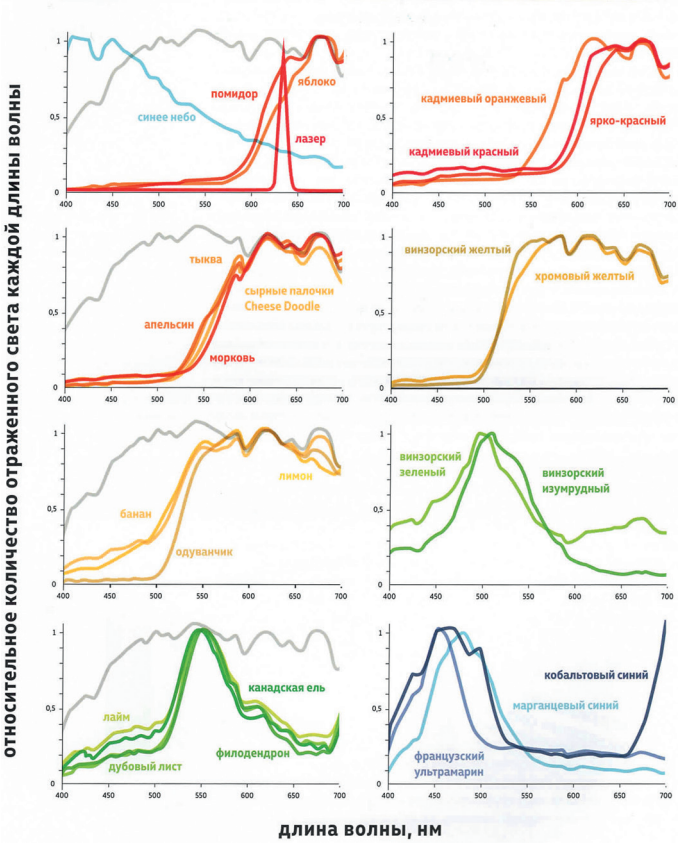


Рисунок 8. Длины волн света, отражённого от некоторых обычных предметов

Рисунок 6. Сплошной спектр

Рисунок 7. Линейчатый спектр

ЛУЧ В ЗАЗЕРКАЛЬЕ

В нашем журнале появилась новая рубрика «Найди решение», в которой мы будем рассказывать об интересных задачах и решать их вместе с вами. Открывает рубрику доктор технических наук, научный сотрудник Германского аэрокосмического центра Дмитрий Ефременко.

Я заглянул
В ведро с водой
И разглядел себя,
Я был мальчишкой водяным.
Глаза я поднял
К небу —
И оказался ласточкой:
Летал.
Меня, сидящего на листике зелёном,
Согрело солнышко,
Ведь стал я долгоносиком
В горошинках.
Во скольких зеркалах
Себя увидеть можно!
Которое из них
Укажет правду?

Лучия Олтяну

Идею этой статьи мне навеяла одна школьная задача. Имеются два зеркала, расположенные под углом θ друг к другу в виде зеркального клина, как показано на рисунке 1. Световой луч движется параллельно одному из зеркал. Сколько раз луч отразится от зеркал?

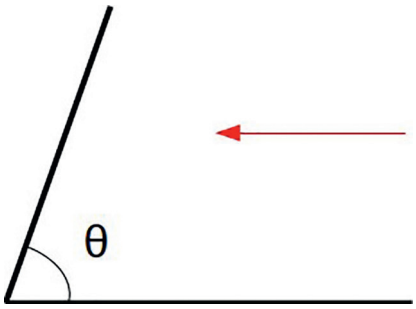


Рисунок 1. Световой луч падает на систему из двух зеркал, расположенных под углом θ

Мне эта задача понравилась тем, что её можно решить несколькими способами. Например, профессиональный светотехник построил бы траекторию луча. Это так называемая трассировка лучей, о которой говорилось в предыдущих выпусках нашего журнала. Однако такой метод не даёт простого ответа в виде формулы (а такой ответ существует). Оказывается, эту задачу можно решить практически в уме с помощью нашего воображения и интуиции! А понять, что происходит с лучом, нам поможет его брат, луч, существующий в мире зазеркалья. Его поведение в ряде случаев более понятно для нас и предсказуемо. И проследив его историю, мы можем сказать, что происходит с лучом в нашем мире. Итак, в этой статье пойдёт речь о лучах в мире зазеркалья.

Ещё с древних времён зеркала будоражили воображение людей. Недаром тема путешествия в мир зазеркалья использовалась во многих литературных произведениях и фильмах. Помните, как в «Сказке о мёртвой царевне и о семи богатырях» А.С. Пушкина волшебное зеркало рассказывало злой мачехе «кто на свете всех милее»? А героиня Льюиса Кэрролла, Алиса, даже умудрилась пройти сквозь зеркало и очутиться в мире Зазеркалья, где жили Траляля, Труляля, Шалтай-Болтай и другие удивительные персонажи. А в великолепном фильме «Королевство кривых зеркал» Оля встретила своего зазеркального двойника Яло. По некоторым поверьям зеркала способны показывать прошлое и будущее. Сейчас трудно в это поверить, но в средние века даже предлагались рецепты изготовления магических зеркал. Да и вообще, какой мистический ритуал обходится без зеркал? Ведь по сути зеркало — это окно в альтернативный мир — мир зазеркалья. Посмотрите в зеркало на себя, а точнее, на вашего зеркального двойника. У него почти всё как у вас. Почти… Ведь когда вы шевелите левой рукой, двойник пошевелит правой (“справа” поменялось с “слева”, вот только почему-то верх не поменяется с низом).

Но это только половина магии. Для целой магии нужно два зеркала (назовём их зеркалом А и зеркалом Б). Поставим их друг напротив друга. Посмотрев в зеркало А, мы увидим что-то вроде туннеля из зеркал, как показано на рисунке 2, и нашего двойника. Кстати, такое расположение

Рисунок 2. Изображение зеркала, висящего напротив зеркала, и мужчины, фотографирующегося между зеркалами

зеркал иногда используют, чтобы сделать помещение зрительно больше. В зеркале Б будет не только наш двойник, но и двойник нашего двойника из зеркала А. В зеркале А возникнет двойник двойника из зеркала Б и так далее. Бесконечная последовательность зеркальных двойников. Вспоминаю, что в период своего дошкольного суеверия я боялся оказаться между двумя зеркалами. Свои страхи я преодолел в гардеробе Третьяковской галереи, где зеркала висят как раз друг напротив друга. Однако, судя по тому, что пишут в интернете на тему зеркал, далеко не все справились с предрассудками...

Но отбросим первобытные страхи, а лучше посмотрим на проблему глазами рационального светотехника. Пусть у нас есть лампочка и зеркало (да-да, не свеча, а лампочка, чтобы уйти от всякой мистики). Как мы можем определить, где находится изображение лампочки? «То есть как где? Изображение в зеркале!», — скажете вы. Ну не совсем. Дело в том, что нас интересует, где именно в зазеркалье будет изображение лампочки. Вообще же для того, чтобы построить изображение лампочки, надо посмотреть, где сфокусируются (пересекутся) лучи, идущие из лампочки. Построим луч света, который падает на поверхность зеркала (синяя стрелка на рисунке 3). Если зеркало ровное, то луч отразится под тем же углом, что и упал. Луч отражается от зеркала (зелёная стрелка) и в буквальном смысле попадает нам в глаз или, говоря по-научному, «улавливается» наблюдателем. Наблюдателю же кажется, что лампочка находится на прямой, идущей вдоль луча. Другой луч пустим из лампочки перпендикулярно поверхности зеркала. В нашем мире эти два луча не пересекутся, но... Их продолжения пересекаются в зазеркалье, формируя изображение лампочки. Но так как зазеркалье — мир не настоящий, это изображение называется мнимым. После несложных геометрических рассуждений можно убедиться в том, что мнимое изображение находится в мире зазеркалья на том же расстоянии от зеркала, что и реальный предмет в нашем мире. Заметим, что в мире зазеркалья существует и двойник наблюдателя (мнимое изображение глаза), который улавливает, как бы это лучше сказать, красный мнимый луч — зеркальное отображение зелёного луча. Судьба у зелёного и красного лучей одинаковая: если зелёный луч попадает в глаз, то красный мнимый луч обязательно попадает в мнимое изображение глаза. Важное наблюдение: красный луч является продолжением синего.

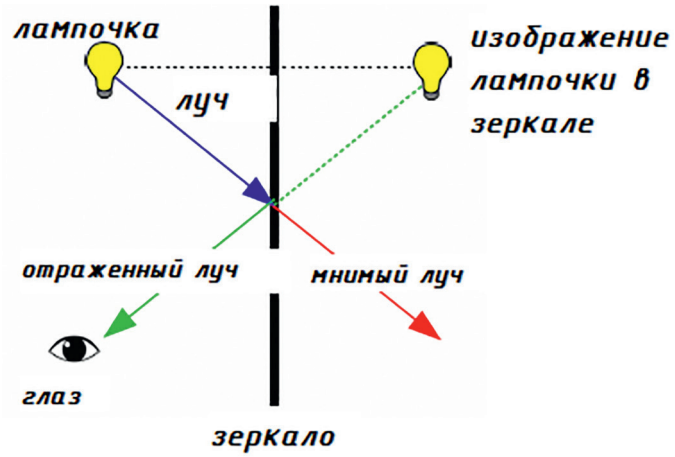


Рисунок 3. Построение изображения в мире зазеркалья

Научившись строить изображения в зеркале, нам не составит труда понять, как формируются изображения в системе из двух зеркал. Можем рассуждать так. Лампочка A находится между зеркалами Q и W. Зеркало W создаст изображение B, так что AW = WB. Зеркало Q «не знает», что изображение B мнимое. Для зеркала Q мнимая лампочка B такой же полноправный объект, что и лампочка A. Поэтому в нём появится изображение лампочки B — лампочка C на том же расстоянии от зеркала Q, что и лампочка B (QB = CQ). Далее зеркало W создаст изображение мнимой лампочки C — лампочку D (CW = WD) и т. д. Для тренировки дорисуйте на рисунке 4 последовательность изображений, которая начинается с того, что в зеркале Q создаётся изображение лампочки A.

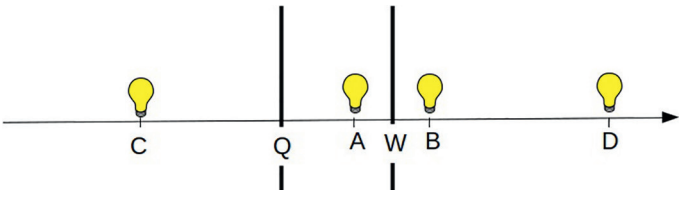


Рисунок 4. Одна из двух последовательностей изображений лампочки между двумя зеркалами

Однако мнимые изображения и мир зазеркалья — это наши фантазии. В реальности же световые лучи как бы заперты между зеркалами, отражаясь то от одного зеркала, то от другого. Обратите внимание на то, что, прибегая к идее о мнимых изображениях, гораздо проще получить картину со всеми изображениями, чем рассматривать переотражения лучей между зеркалами.

Так что же, световой луч обречён вечно быть между двумя зеркалами? Скорее, нет. И на то есть три причины. Во-первых, зеркала хоть немного, но поглощают часть световой энергии. Это значит, что с каждым отражением луч становится всё более тусклым (обратите внимание, что каждое следующее изображение, возникающее в системе из двух зеркал, становится всё более тусклым). Если зеркала могли бы отражать луч без потерь, то можно теоретически было бы сделать ловушку для света. Действительно, луч постоянно бы отражался между зеркалами. Во-вторых, каждое последующее изображение становится всё дальше, а потому меньше. И если зеркало идеальное (не поглощает), то рано или поздно изображение станет меньше разрешающей способности глаза. В-третьих, зеркала не идеально ровные. Это приводит к тому, что закон «угол падения равен углу отражения» выполняется неточно. При небольшом числе переотражений эта ошибка незначительна. Однако при большом числе переотражений ошибка накапливается и становится существенной. И если наши зеркала не бесконечны, то рано или поздно луч всё же покинет световую ловушку.

Однако теоретически световую ловушку (своеобразную тюрьму для лучей) построить можно. Например, в Массачусетском технологическом университете создали материал, который без искажений и потерь отражает световые волны. Желающие ограничить свободу лучам могут обратиться к статье в журнале Nature с интригующим названием «Наблюдение за задержанным светом в континууме излучения» (Observation of trapped light within the radiation continuum) — как-нибудь мы остановимся подробнее на принципе действия такой световой ловушки.

Но вернёмся к задаче о зеркальном клине. Как определить сколько переотражений произойдёт с лучом? Для этого повторим, что мы уже знаем: судьба луча в нашем мире и в мире зазеркалья одинаковая. Значит, когда в нашем мире луч перестанет переотражаться, то и в мире зазеркалья луч не будет переотражаться.

Отлично. Давайте проследим судьбу луча из задачи. На рисунке 5 опять показан зеркальный клин и падающий красный луч. Для удобства будем использовать буквенные обозначения.

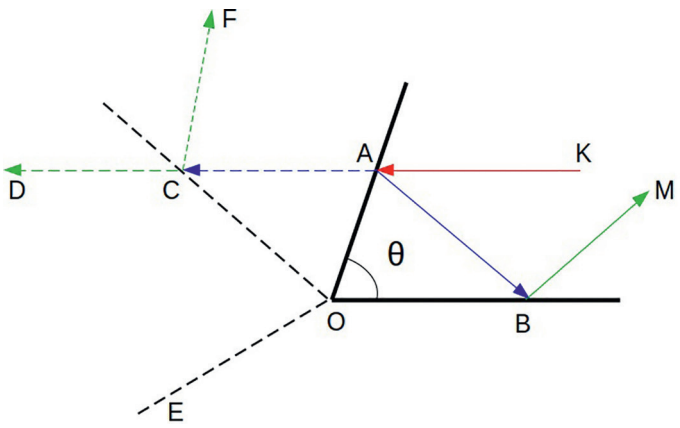


Рисунок 5. Построение системы мнимых зеркал и мнимых лучей

Исходный красный луч отражается в точке A. Отразившийся синий луч попадает в точку B. Затем и синий луч в точке B отражается. Отражённый зелёный луч уже не отразится от зеркал. Мы с вами методом трассировки лучей нашли ответ на вопрос задачи — луч отразится 2 раза. Однако это верно только для конкретного случая. Если мы изменим угол между зеркалами, очевидно, ответ поменяется.

Чтобы получить ответ в общем виде, посмотрим, что происходит в зазеркалье. А в нём-то будет не одно, не два, а много зеркал. Действительно, в зеркале OA будет изображение зеркала OB — мнимое зеркало OC. Можно считать, что в этом зеркале OC отразится зеркало OA — его изображение — это зеркало OE. Таким образом, наш зеркальный клин превращается в «цветок», который делит всё пространство на сектора, а его лепестками являются зеркала (действительные или мнимые). Теперь построим зеркальный синий луч — он показан синей пунктирной стрелкой. Напомню, что для этого достаточно продолжить исходный

красный луч. В то время как настоящий синий луч придёт к точке B, его зеркальный близнец попадёт в точку C — зеркальное отражение точки B. Продолжим рассуждение. В то время как синий луч отражается в точке B и становится зелёным, его брат близнец в мире зазеркалья отражается в точке C и становится зелёным лучом CF. Но нам удобнее посмотреть на зеркального двойника луча CF — на луч CD, который лежит на той же прямой, что и луч AC. Очевидно, что судьба у луча CD будет такая же, как у отражённого луча BM, а именно, они никогда не попадут в зеркало.

Поэтому количество переотражений равно количеству пересечений продолжения исходного луча с реальным или мнимыми зеркалами. В нашем случае таких пересечений два (в точках A и C). Нетрудно видеть, что число таких пересечений равно числу «лепестков» нашего цветка, которые смотрят вверх. Математически ответ можно записать как $[180^{O} / \theta]$, где квадратные скобки говорят о том, что результат следует округлить до меньшего целого числа (а если результат от деления уже целое число, то следует отнять единицу). Например, если $\theta = 35^{\circ}$, будет ровно $[180^{\circ}/35] = [5.14] = 5$ переотражений. Примерный ход лучей при $\theta = 30^{\circ}$ показан на рисунке 6. Как видно из него, луч переотразится 5 раз и будет 5 пересечений с зеркалами.

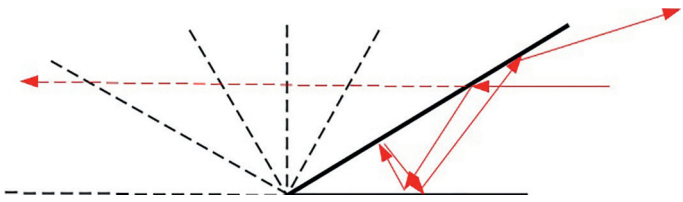


Рисунок 6. Отражение луча от зеркального клина при $\theta = 30^{\circ}$

Вот так с помощью нашего воображения и представлений о мире зазеркалья мы решили эту задачу, больше полагаясь на интуицию, чем на строгий светотехнический метод. Для тех, кто хорошо владеет геометрией и тригонометрией, предлагаю решить ту же задачу, если исходный луч падает на зеркало под произвольным углом.

Рассмотренная задача поучительна в житейском смысле — при решении любой проблемы важно посмотреть на неё под правильным углом зрения, под которым задача максимально упрощается. Часто, решив проблему под удобным углом зрения, исходная задача становится тривиальной.

Для закрепления и тренировки предлагаю решить две задачи на ту же тему:

1. Какое максимальное количество переотражений может испытать луч при отражении от системы двух зеркал, показанной на рисунке 1, при заданном угле θ, если менять угол падения луча?

2. В предыдущей задаче предложите метод построения луча, который переотразится ровно n раз. Например, постройте луч на рисунке 7, который переотразится 3 раза.

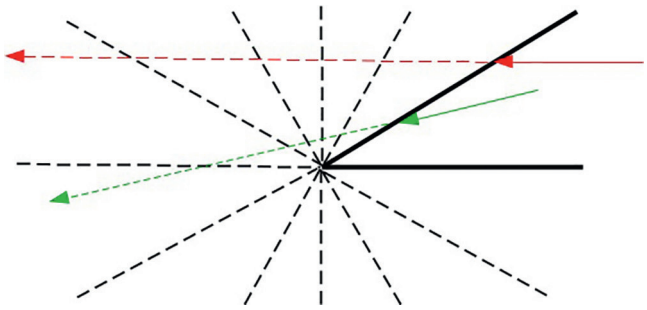


Рисунок 7. Иллюстрация к дополнительным задачам

Указания:

1. Посмотрим на красный луч на рисунке 7. Он пересёк все лепестки, смотрящие вверх. Теперь будем поворачивать его против часовой стрелки, то есть направлять его постепенно вниз. Зелёный луч может пересечь ещё горизонтальный «лепесток». Могут ли возникнуть ещё пересечения?

2. Параллельные прямые не пересекаются. Значит, луч, пущенный вдоль лепестка, с ним не пересекается.

Рекомендуемая литература:

Статья о световой ловушке: Hsu et el. Nature 499, 188-191 (2013)

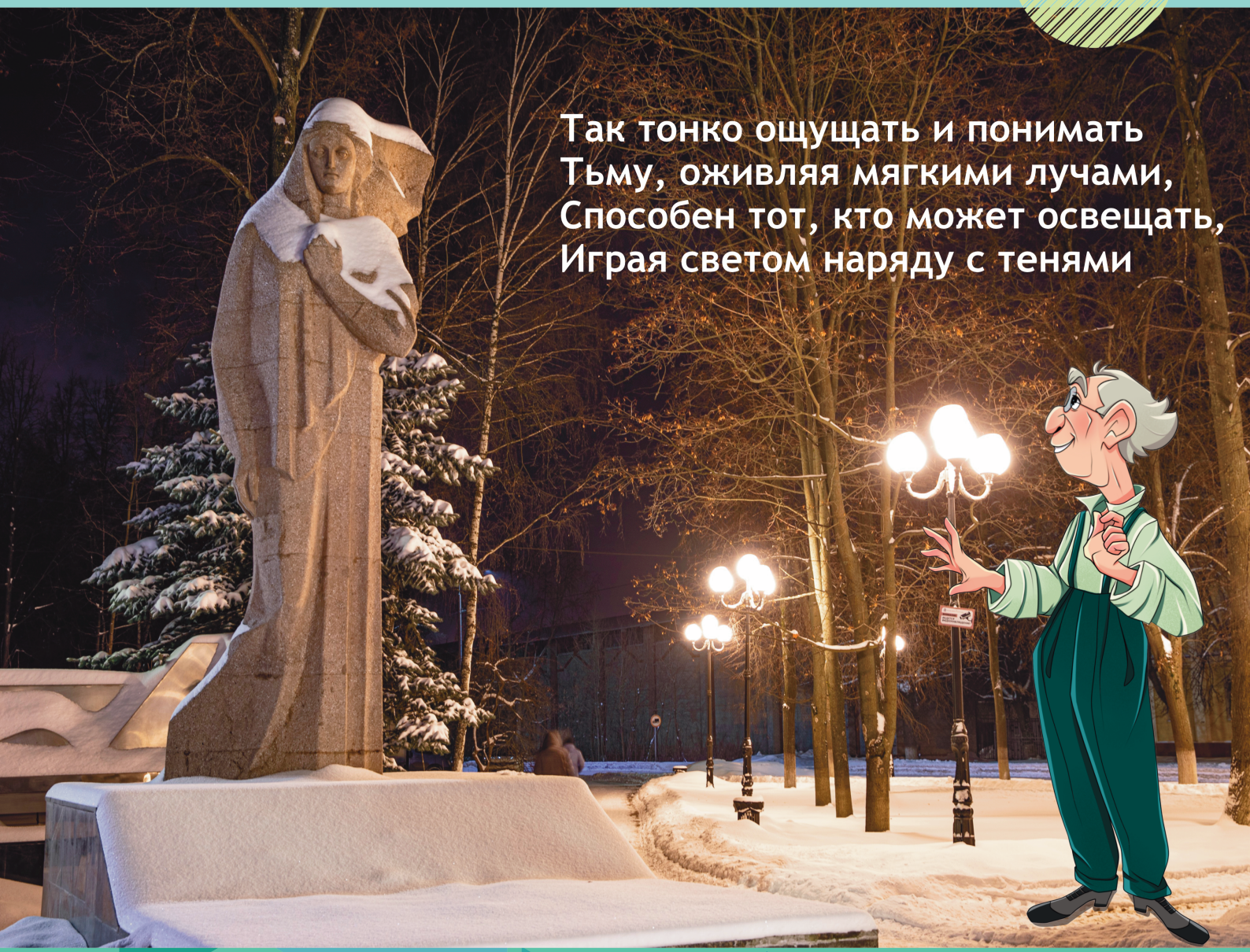
BL Group

Светосервис
Электросталь

БООС ЛАЙТИНГ ГРУПП

www.bl-g.ru

www.svetoservis.ru



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

+7 (495) 148-44-88

ПОЛЯРНОЕ СИЯНИЕ: ОТ МИФОВ И СТРАХОВ К НАБЛЮДЕНИЮ И ПОНИМАНИЮ

Современная наука может объяснить практически все тайны природы, но ещё остаются на нашей планете и в ближайшем космосе загадки, которые пока неподвластны даже самым пытливым исследователям. Нет сомнений, что пройдёт какое-то время и тайн природы останется совсем немного, при этом не надо забывать о том, что, раскрывая одну тайну, учёные сталкиваются с новыми загадками мироздания. И этот процесс, поверьте, ребята, бесконечен. Одна из природных тайн нашей планеты была раскрыта с точки зрения возраста нашей планеты Земля относительно недавно, но многие века это явление занимало человечество и своей красотой, и непредсказуемостью, что породило множество мифов и легенд. Речь идёт о полярном сиянии, историю раскрытия тайн которого расскажет специальный корреспондент нашего журнала Евгений Самуилович Серый.

Наверное, все видели полярное сияние на фото, по телевизору или в интернете, но лишь небольшая часть людей наблюдала это красочное природное явление воочию и только в местах его возникновения. Ведь полярное сияние чаще всего проявляется только у магнитных полюсов Земли: северного и южного, расположенных близко к самым холодным местам нашей планеты — Антарктике и Антарктиде, где население относительно небольшое.

Да и появление полярного сияния даже в этих местах на небосводе не постоянно, а происходит с большими промежутками: можно специально приехать в районы, где чаще всего оно проявляется, и неделями его дожидаться. Но если повезло, то это зрелище такому везунчику запомнится на всю жизнь. При этом продолжительность проявления северного сияния или, как говорят, «мерцания» тоже может быть совершенно разной: от нескольких минут до нескольких суток.

Как выглядит северное сияние, вы можете рассмотреть на рисунке 1. На что оно больше всего похоже? Большинство видевших его считают, что оно похоже на занавес или большое полотнище. Но если вы обратили внимание на рисунки, то полярное сияние может принимать самые разнообразные формы, переливаясь большинством цветов радуги.

Рисунок 1. Северное сияние

МИФЫ И ЛЕГЕНДЫ ВОКРУГ НЕБЕСНОГО СВЕЧЕНИЯ

Археологические раскопки показывают, что самые древние люди наблюдали полярные сияния. Рисункам, найденным в пещерах и подтверждающим этот факт, около 30 тысяч лет.

Представляете, какое впечатление это явление оказывало как на первобытного, не очень образованного человека, так и на десятки поколений после него, вплоть до самых последних времён, когда учёные, наконец, раскрыли не только тайну появления северного сияния, но и природу его переменчивости? А до этого северное сияние давало обильную пищу для различных домыслов, подкрепляемых не только фантазиями простых людей, но и догмами различных религиозных течений, от языческих до монотеистических.

У многих северных народов были свои легенды о полярном сиянии. Всё необычное и необъяснимое в их жизни оставляло сильнейшее впечатление, страх и непонимание происходящего. Поэтому, естественно, что и полярному сиянию также приписывали мистическое происхождение. Одни северные народы думали, что боги так радуются, и тех, кто это увидел, может ожидать удача. Другие народы, наоборот, видя полярное сияние, ждали только неприятностей.

Жители Норвегии, например, считали, что это мост, по которому боги сходят на землю. Финны в своих сказаниях писали, что сияние — это река, разделяющая мир живых и мёртвых. А эскимосы, проживающие на Аляске, опасались сияния. Они считали, что оно приносит лишь беды и несчастья. Даже было поверье, что продолжительное наблюдение за «небесными огнями» может привести к умственному помешательству.

В наше просвещённое время возникли уже современные мифы: мол, северное сияние — это сигналы от инопланетных цивилизаций.

Как бы некоторым не было обидно, но ни древние домыслы, ни современные мифы тут ни при чём.

ФИЗИКА ПОЯВЛЕНИЯ ПОЛЯРНОГО СИЯНИЯ

Полярное сияние в большинстве стран мира называют «Аврора» (Aurora) — это богиня утренней зари в древнеримской мифологии и женское имя. На латыни северное сияние — Aurora Borealis, а южное — Aurora Australis.

Как же возникает и почему так выглядит полярное сияние, как его видят жители Земли?

Одним из первых, кто предположил физическую природу полярных сияний, был русский учёный Михаил Ломоносов ещё в XVIII веке. Он выявил главную причину возникновения северного сияния — она заключается во взаимодействии магнитно-электрических полей в атмосфере (рисунок 2). О связи между полярными сияниями и солнечной активностью высказывались учёные ещё в конце XIX века.

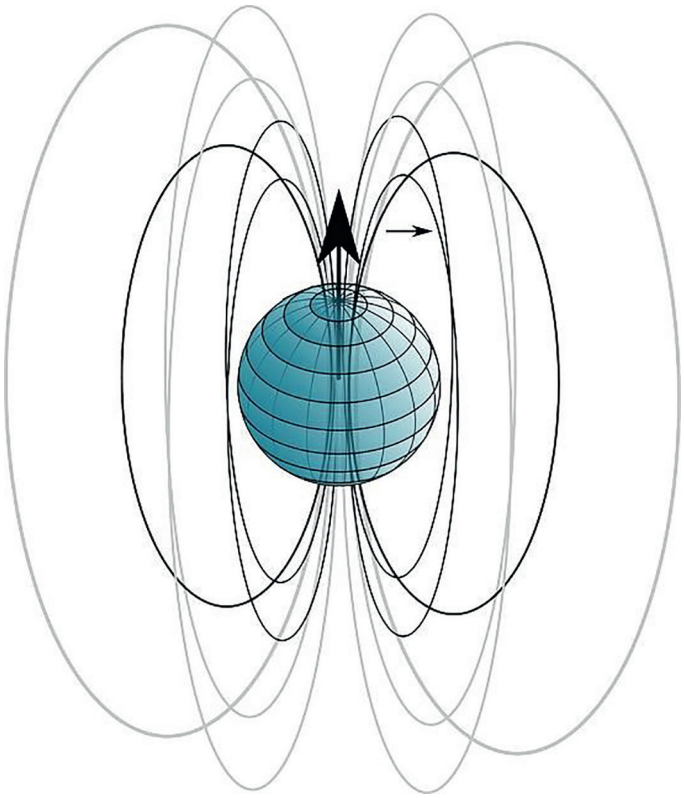


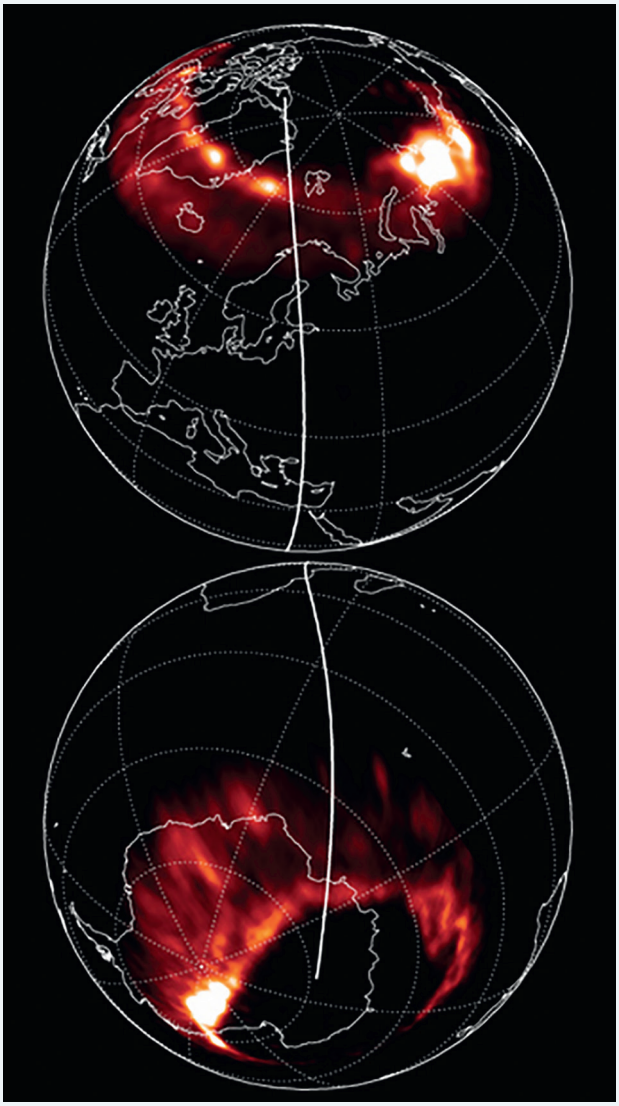
Рисунок 2. Магнитное поле Земли

В 1859 году британский астроном Ричард Керрингтон предположил существование постоянного потока заряженных частиц, долетающих от Солнца до Земли.

Гораздо позже, благодаря исследованиям, проведённым в 1950-х годах XX века, учёные определили, что это естественное свечение или, по-научному, люминесценция воздушных масс, вызванная столкновением летящих от Солнца в сторону Земли магнитно-заряженных частиц с атомами газов верхних слоёв атмосферы нашей планеты. Сразу оговоримся, что это не уникальное явление — оно встречается и на других планетах солнечной системы, имеющих магнитное поле и собственную атмосферу.

ДВА ПОЛЯРНЫХ СИЯНИЯ

Разница между полярными сияниями на Северном и Южных полюсах есть, но связана она не с физическими процессами, происходящими в атмосфере, а с разными климатическими условиями на полюсах Земли. Оба вида полярных сияний выглядят как неправильный эллипс с центром, расположенным над магнитными полюсами Земли. Полярные сияния полностью отражают друг друга симметрично на обоих полюсах Земли. Чаще всего полностью повторяется не только форма, но и размеры и цвет.



Асимметрия полярных сияний Земли

Каков механизм северного или полярного сияния? Прежде всего надо отметить, что магнитное поле Земли и сияния тесно связаны. Наша планета постоянно погружена в потоки солнечного ветра — разреженного потока горячей гелиево–водородной плазмы, состоящей из испускаемого Солнцем во всех направлениях потока заряженных частиц, называемого солнечным ветром. Этот поток образуется в результате воздействия тепла, излучаемого нашей звездой в результате внутренней ядерной реакции на солнечную корону, состоящую из раскалённых газов. Температура этого газового ореола может достигать двух миллионов градусов Цельсия. Солнечный ветер имеет среднюю скорость от 300 до 1200 км/с и преодолевает путь 150 000 000 км до Земли двое – трое суток.

Земная магнитосфера формируется под взаимодействием этого солнечного ветра, достигающего Земли, и магнитного поля нашей планеты. Заряженные частицы, выбрасываемые в открытый космос нашим светилом, летят в направлении планет Солнечной системы, притягиваемые их магнитными полями. Земля, как большой магнит, отклоняет солнечный ветер в свою сторону на высоте примерно в 70 000 км от поверхности нашей планеты (рисунок 3).

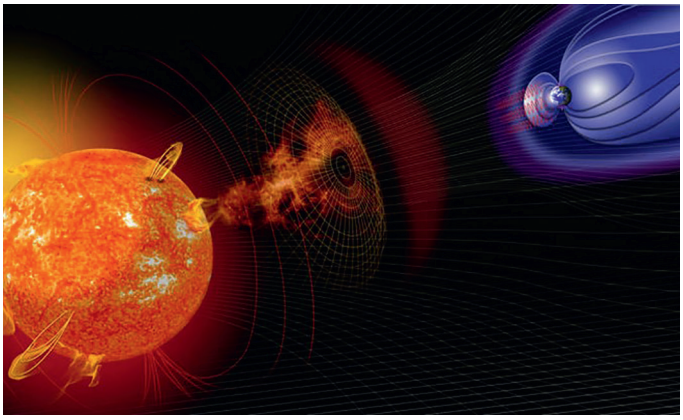


Рисунок 3. Электромагнитное взаимодействие Солнца и Земли

Пролетая мимо нашей планеты, частицы захватываются её магнитным полем. Магнитное поле Земли слабее всего на полюсах, и поэтому заряженные частицы именно там проникают в нашу атмосферу и сталкиваются с частицами газов (рисунок 4).

ГДЕ МОЖНО НАБЛЮДАТЬ ПОЛЯРНЫЕ СИЯНИЯ

Наблюдать полярное сияние лучше всего зимой около магнитных полюсов Земли. Оба этих места на нашей планете малодоступны для обычных людей и мало обустроены даже для минимального времяпровождения.

Самые красивые полярные сияния чаще всего бывают в высоких широтах нашей планеты на Аляске, в Канаде, на севере Скандинавии, в Гренландии и Исландии. В России удобнее всего увидеть полярное сияние в окрестностях Мурманска. В южном полушарии сияние можно наблюдать на острове Тасмания. Часто ожидать даже в этих местах возникновения сияния можно достаточно продолжительное время. Иногда такое ожидание может затянуться на недели. И ещё надо помнить, что увидеть его можно только в безоблачную погоду.

КАК ЗАСТАТЬ ПОЛЯРНОЕ СИЯНИЕ

Полярное сияние — не постоянное явление. Цикличность его появления связана периодами солнечной активности и достигает своего пика примерно один раз в 11 лет. Предыдущий пик наблюдался в 2013 году, а ближайший будет в 2024 году.

Вероятность возникновения полярных сияний оценивается с помощью индекса геомагнитной активности Солнца. Это величина характеризует отклонение магнитного поля Земли от нормы под влиянием геомагнитной бури на Солнце в течение трёхчасового интервала. Его измеряют на 13 специальных мировых геомагнитных обсерваториях, из которых ближайшая к нам находится в Швеции. Индекс принимает значения от 0 до 9, где 0 — минимальная солнечная активность, 9 — сильнейшая магнитная буря, которая случается не больше четырёх раз за 11-летний солнечный цикл.

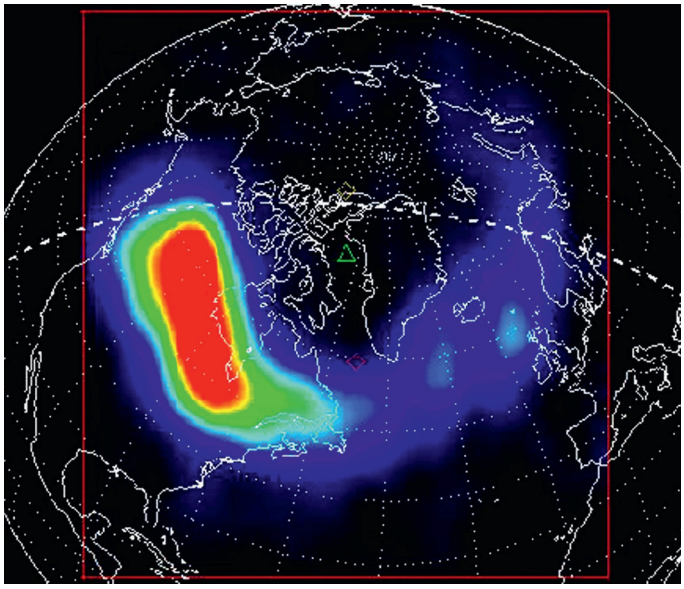


Рисунок 4. Сильнейшее рентгеновское полярное сияние, зафиксированное 11 апреля 1997 года орбитальным спутником Polar

Изменение интенсивности солнечного ветра во время геомагнитных бурь на Солнце вызывает дополнительные столкновения между этими заряженными частицами, что приводит к ещё большему нарушению энергетического баланса. Происходит выброс энергии, в том числе в виде фотонов, что проявляется в виде свечения атмосферы большими кругами вокруг северного и южного полюсов, которое мы и называем полярным сиянием. Точно также заряженные частицы попадают в атмосферу других планет нашей солнечной системы (рисунок 5).

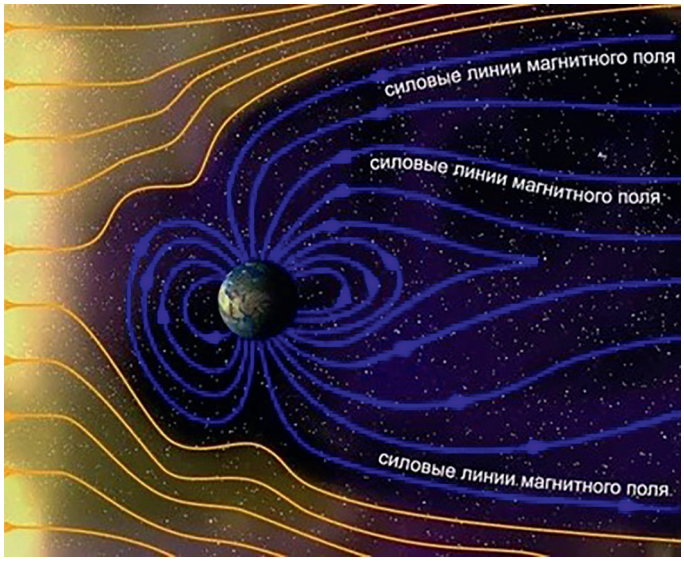


Рисунок 5. Физическая природа полярных сияний

Большинство полярных сияний происходят в полярных зонах планет, расширяясь в стороны на угол 10 – 20 градусов от магнитного полюса. Во время очень сильных геомагнитных бурь на Солнце, когда происходит массированный выброс заряженных частиц с нашей звезды, эти зоны могут расширяться и до средних широт, так что появляется возможность увидеть полярное сияние на широте Москвы и даже южнее. Это происходит при так называемом индексе геомагнитной активности Солнца равном от 6 до 9, что говорит о большой силе магнитной бури на Солнце. Такие случаи крайне редки, но вполне реальны (рисунок 6).

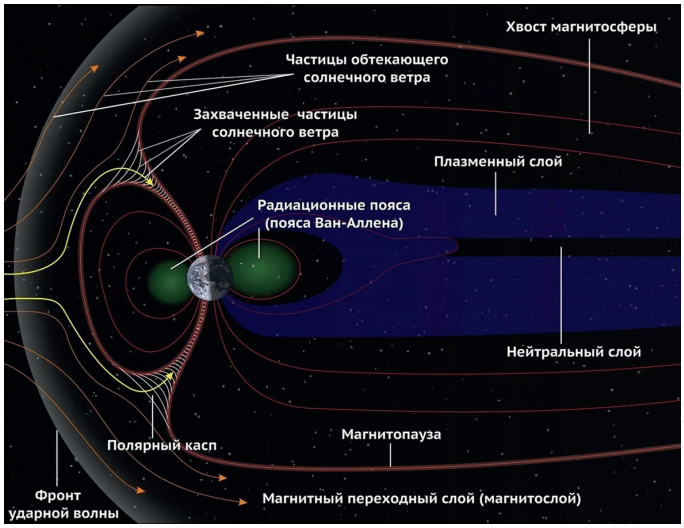


Рисунок 6. Электромагнитные поля Земли при солнечном ветре

КАК ПОЛУЧАЮТСЯ ЦВЕТА ПОЛЯРНОГО СИЯНИЯ?

Сияние формируется в верхней части земной атмосферы, примерно на высоте 70 – 80 км. Молекулы азота и кислорода под действием заряженных солнечных частиц переходят в возбуждённое состояние, теряют электрон, а при переходе обратно в основное состояние, т.е. при восстановлении числа электронов, излучается фотон — квант света. Наиболее распространённым цветом свечения является желтовато-зелёный (рисунок 4).

В нашей атмосфере, как вы знаете, преобладают молекулы азота и кислорода. В верхних слоях атмосферы атомы кислорода излучают при столкновении зелёный или красно-коричневый цвет в зависимости от количества поглощённой ими энергии. Синий цвет возникает от взаимодействия заряженных частиц с азотом, если его атом восстанавливает электрон ионизации, а красный — при переходе атома азота в основное состояние из возбуждённого. По мере продвижения частиц вглубь атмосферы их скорость падает, и при столкновении атомы кислорода светятся уже зелёным цветом. Чем ближе к поверхности Земли, тем слабее зелёное свечение.

Очень редкие полярные сияния красного цвета формируются атомами кислорода на высоте порядка 300 км.

ЗВУКИ, ИЗДАВАЕМЫЕ ПОЛЯРНЫМИ СИЯНИЯМИ

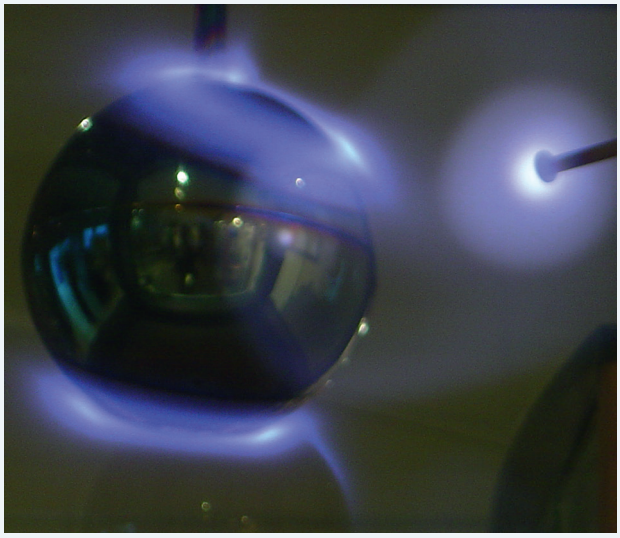
В редких случаях полярные сияния могут издавать различные звуки: треск, хлопки, шумы, так называемый «белый шум» и хлопки, похожие на электрический разряд. Эти звуки обычно очень негромкие и кратковременные, услышать их можно только в полной тишине, в отсутствие других шумов. Надо помнить: звуки раздаются на очень большой высоте и не все доходят до поверхности Земли.

Долгое время учёные сомневались в реальности этих звуков, так как их было сложно записать. Но в 2012 году учёные из Университета Аалто в Финляндии опубликовали исследование, в котором зафиксировали шумы полярного сияния над Землёй. Шумы образуются в результате столкновения частиц, прилетевших от Солнца, и газов атмосферы. Как считают исследователи, возникновение звуков возможно только во времена максимальной солнечной активности, при безветренной ночи и вдали от других источников шума.

ИСКУССТВЕННЫЕ ПОЛЯРНЫЕ СИЯНИЯ

Искусственные полярные сияния могут быть вызваны излучением электронов ядерным взрывом в результате бета-распада. При этом электроны двигаются по касательной к магнитному полю Земли и, сталкиваясь с молекулами азота и кислорода, вызывают свечение возбуждённых газов в верхних слоях атмосферы. Свечение малинового цвета наблюдалось в 1958 году в районе Гавайских островов и острова Апиа в центре Тихого океана после испытательных ядерных взрывов на высоте 70 и 40 км.

В 1975 году Советский Союз и Франция провели эксперимент на архипелаге Кергелен в Индийском океане. Учёные запустили в высокие слои атмосферы ускоритель элементарных частиц, который на высоте нескольких сотен километров испускал электроны. Двигаясь вдоль силовых линий магнитного поля Земли, эти электроны попали в Северное полушарие и вызвали искусственное полярное сияние над Архангельской областью.



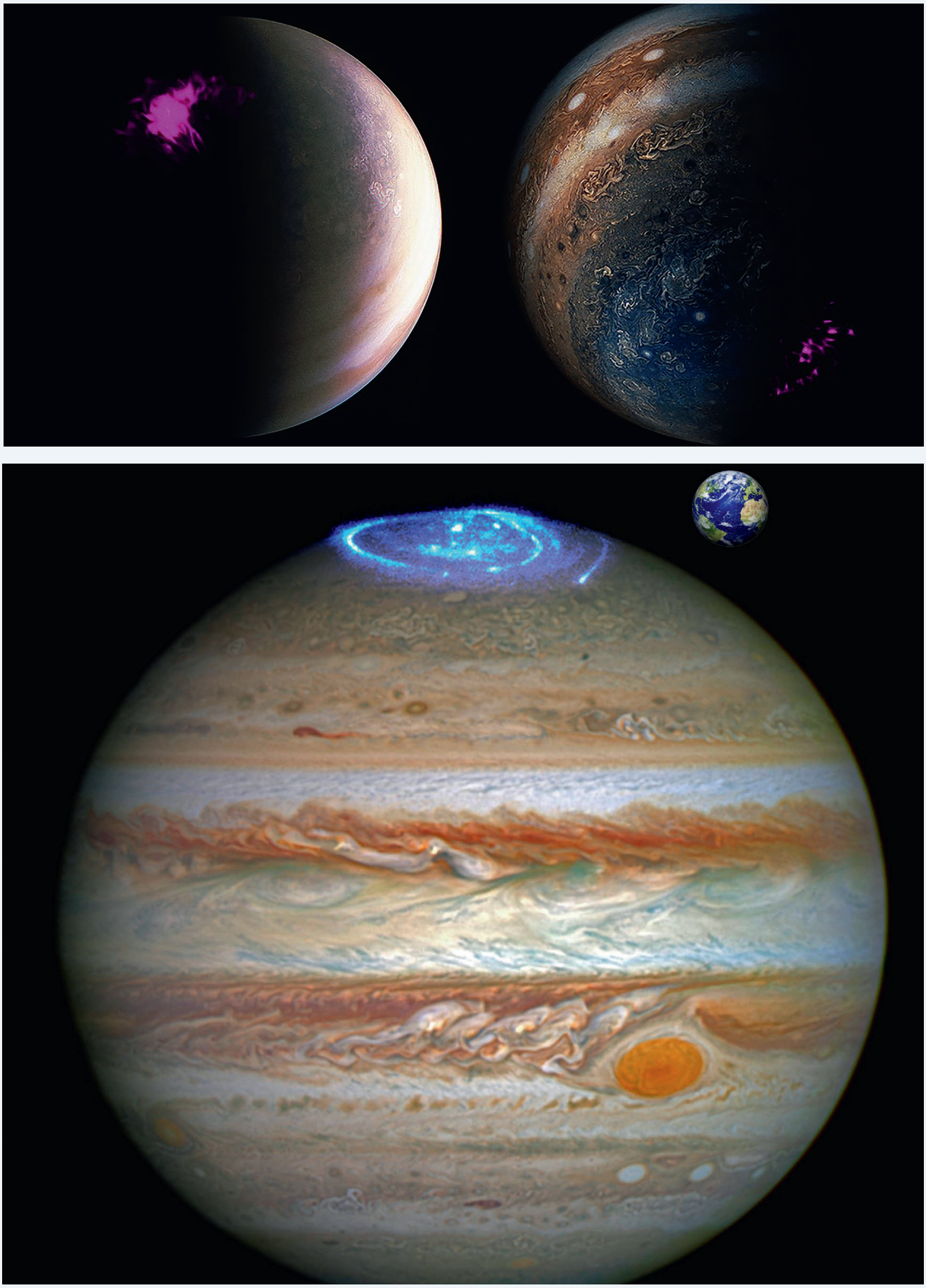
Искусственное полярное сияние в лабораторных условиях

ПОЛЯРНЫЕ СИЯНИЯ НА ПЛАНЕТАХ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

Полярное сияние Земли видно из космоса и даже лучше, чем с поверхности планеты, так как наблюдать его не мешают ни солнце, ни облака, ни искажающее влияние газов нижних слоёв атмосферы.

Полярные сияния были обнаружены у всех планет нашей Солнечной системы, имеющих газовую атмосферу. Не повезло только Меркурию: из-за своей близости к Солнцу он лишился атмосферы и заряженным частицам не с чем взаимодействовать. Полярное сияние, как отмечают астрономы, чаще всего бывает на Юпитере, Сатурне, Уране и Нептуне. Венера и Марс не имеют достаточно сильного магнитного поля, но небольшие полярные сияния наблюдаются и там.

Вид на полярное сияние на Земле с МКС



Северное полярное сияние Юпитера. Комбинированный снимок «Хаббла»

ЭКСПЕРИМЕНТ №1. РАДУГА ИЗ КОНФЕТ

В этом номере нашего журнала вы узнали, почему мы видим мир цветным и как отражают свет предметы. Давайте проведём интересный эксперимент по смешению цветов. Для него нам понадобится: белая тарелка, пачка конфет Skittles и стакан тёплой воды.

Выложите конфеты в тарелку таким образом, чтобы они образовали какую-нибудь фигуру, но при этом не заполняли всё дно. Налейте тёплой воды в тарелку (чем теплее вода, тем быстрее пройдёт эксперимент). Воды должно быть немного, чтобы конфеты не поплыли.

Смотрите, как по тарелке поползли цветные полосы! Почему так происходит? Никаких секретов тут нет. В составе конфет есть краситель, который при взаимодействии с водой растворяется в ней.

ЭКСПЕРИМЕНТ №2. ОБРАТНАЯ СТОРОНА СТРЕЛКИ

Возьмите листок бумаги. Нарисуйте на нём стрелку. Пускай она будет направлена вправо. Почему вправо? Не спешите, она ещё успеет перевернуться. Наберите воды в прозрачный стакан практически до краёв. Возьмите листок с нарисованной стрелкой и поставьте его за стакан. Посмотрите на листок через стакан. Что произошло со стрелкой? Она перевернулась!

Что случилось со стрелкой? Кто её перевернул? Может быть этот стакан волшебный? Но и с другим стаканом стрелка переворачивается... Попробуйте объяснить наблюдаемый эффект. Отправляйте свои предположения в нашу редакцию. Самый подробный правильный ответ мы опубликуем в следующем номере!

ЭКСПЕРИМЕНТ №3. ТЕРПЕЛИВЫЙ ШАРИК

Воздушный шарик легко лопнуть? Несомненно! Ведь он состоит из тонкого слоя резины. Шарик боится острых предметов, огня. Сегодня мы расскажем вам, как помочь шарику устоять перед пламенем.

Так как для проведения этого опыта нужен огонь, обязательно проводите его с родителями!

Для эксперимента вам понадобится: два воздушных шарика, свечка, спичка, вода. Надуйте первый шарик. Подержите его над горящей свечкой. Бум! Шарик лопнул. Не расстраивайтесь, вы всё сделали правильно. Возьмите второй шарик и наполните его водой. Не забудьте завязать его. Поднесите пламя свечи. Шарик не лопается! Почему? Вода в нём поглощает тепло, которое выделяется свечой. Поэтому терпеливый шарик и не лопается...

Каждый день в мире происходит множество событий: грустных и весёлых, никому не заметных и являющихся достоянием общественности, интересных и таких, о которых никто и не вспомнит. В этой рубрике мы будем публиковать самые интересные факты и истории, связанные со светом и не только.

ЛУНА И СОЛНЦЕ

Что больше: Луна или Солнце? Конечно, Солнце! Но почему же нам кажется, что они одинакового размера? Удивительное совпадение: Солнце в 400 раз больше Луны, но зато в 400 раз дальше.

ЛАМПА ИЗ ПАНЦИРЯ БРОНЕНОСЦА

Вот такой подарок из Бразилии получил Иосиф Виссарионович Сталин на своё 70-летие в 1949 году.

ТРЕТИЙ ГЛАЗ

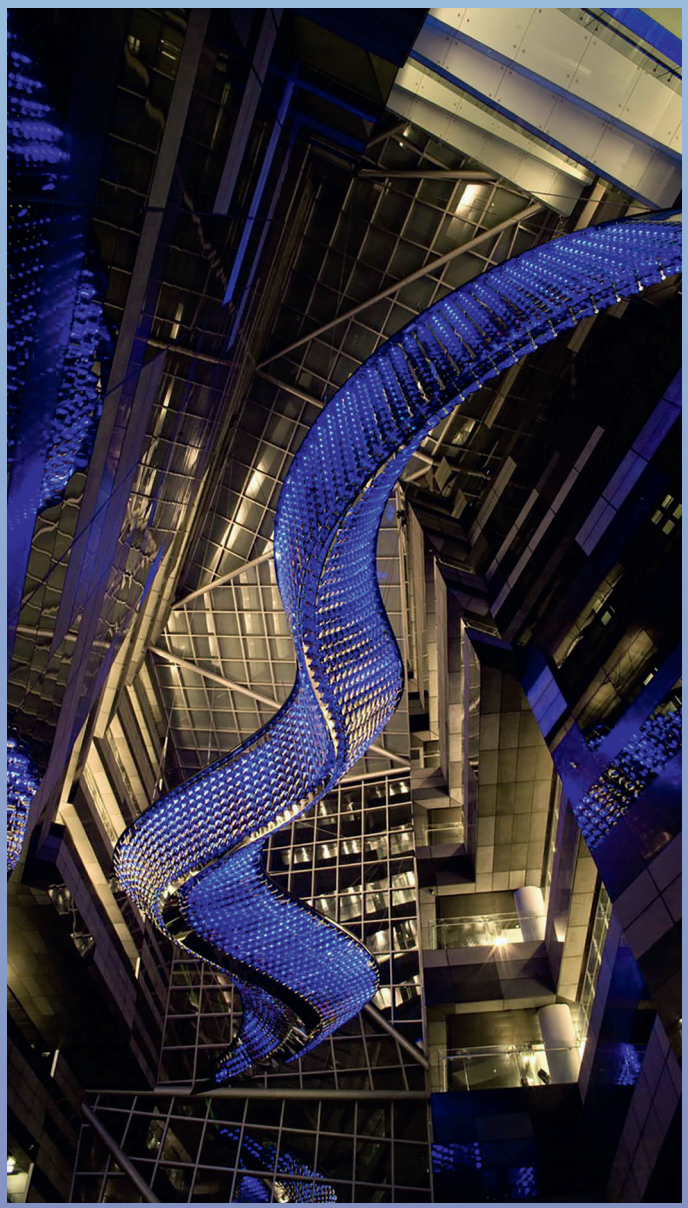
У игуаны есть третий глаз, который расположен практически на лбу. Хотя назвать его полноценным глазом нельзя: ящерица им не видит. Это полезное око реагирует на изменение освещённости и может помочь животному предвидеть опасность.

МУЛЬТЯШНАЯ ЛАМПА

Узнаёте эту настольную лампу? Этот светильник Anglepoise 1227 является символом мультипликационной студии Pixar. Он появился на свет в начале 1930-х годов. Её придумал британский инженер Джордж Карвардин. Наклон и поворот лампы можно регулировать, что и демонстрируется в знакомом всем с детства ролике компании Pixar. Такой удобный осветительный прибор был очень популярен и использовался повсеместно, даже в военных штабах в годы Второй Мировой войны.

САМАЯ БОЛЬШАЯ ЛЮСТРА В МИРЕ

Посмотрите на эту лёгкую и воздушную люстру. Она является самой большой в мире! Её название — Reflective Flow, что можно перевести как «отражающий поток». Длина такого чуда инженерной мысли — 39 метров, высота — 16 метров и ширина — 12 метров. Сколько же весит такая конструкция? 18 тонн! Вот и не осталось больше ни следа лёгкости...



КРОССВОРД

По вертикали:

2. Научная дисциплина о световых измерениях;

4. Средство сигнализации для подвижного состава на железных дорогах;

5. Качество, которое заменило Эйнштейну талант;

7. Ёмкость в лампе, в которой происходит разряд;

9. Метод исследования оптических систем, заключающийся в отслеживании взаимодействия отдельных лучей с поверхностями;

12. Многоугольник, лежащий в основе звёзд на башнях Кремля;

По горизонтали:

1. Крайняя точка Земли, где можно наблюдать северное сияние;

3. Оптическое устройство, с помощью которого Ньютон разделил свет на разные цвета;

6. Исследователь, чьё имя носит закон косинусов;

8. Сыпучая смесь в фейерверках;

10. Природное явление во время грозы, привлекавшее в древние времена научную мысль;

11. Гладкая поверхность, предназначенная для отражения света;

13. Светильник, используемый в христианском богослужении;

14. Система, умевшая осуществлять координированное управление светофорами, которая функционировала в Москве в 80-ых годах

СВЕТОТЕХНИЧЕСКАЯ ВИКТОРИНА

ВКЛЮЧАЙСЯ

Вопрос №1

Автором какой теории является Альберт Эйнштейн?

ВАРИАНТЫ ОТВЕТА:

А. Теория большого взрыва
Б. Теория относительности
В. Теория вероятностей

Вопрос №2

Каким термином называется автоматическая система светофорного регулирования?

ВАРИАНТЫ ОТВЕТА:

А. Зелёная волна
Б. Зелёный коридор
В. Зелёная миля

Вопрос №3

Какое излучение является вынужденным?

ВАРИАНТЫ ОТВЕТА:

А. Иноземное
Б. Индустриальное
В. Индуцированное

Вопрос №4

Какое свойство числа π доказал Иоганн Ламберт?

ВАРИАНТЫ ОТВЕТА:

А. Иррациональность
Б. Рациональность
В. Чётность

Вопрос №5

Сигнал какого цвета отсутствует на светофоре для пешеходов?

ВАРИАНТЫ ОТВЕТА:

А. Зелёный
Б. Красный
В. Жёлтый

СКОРЕЕ РЕШИ

Вопрос №6

Какой путь до Земли преодолевает солнечная пыль?

ВАРИАНТЫ ОТВЕТА:

А. 1 500 000 км
Б. 15 000 000 км
В. 150 000 000 км

Вопрос №7

Как называется физическое тело, которое при любой температуре поглощает всё падающее на него электромагнитное излучение?

ВАРИАНТЫ ОТВЕТА:

А. Максимально белое тело
Б. Абсолютно чёрное тело
В. Невероятно серое тело

Вопрос №8

Какая лампа в последнее время часто используется для декоративного освещения?

ВАРИАНТЫ ОТВЕТА:

А. Филаментная
Б. Филантропная
В. Филейная

Вопрос №9

Какое изображение нельзя получить на экране?

ВАРИАНТЫ ОТВЕТА:

А. Монохромное
Б. Действительное
В. Мнимое

ЭТО ЛЕГКО

Вопрос №10

Какой спектр у солнечного излучения?

ВАРИАНТЫ ОТВЕТА:

А. Линейчатый
Б. Сплошной
В. Полосатый

Вопрос №11

Как называют газ, который используется в лампах для различных целей?

ВАРИАНТЫ ОТВЕТА:

А. Буферный
Б. Сабвуферный
В. Бурный

ОСВЕЩЕНИЕ КУХНИ — ЭТО НЕПРОСТО!

В повседневной жизни часто приходится сталкиваться с выбором световых приборов для освещения квартир или частных объектов, но принять окончательное решение бывает очень сложно. Необходимо обращать внимание не только на их внешний вид, но и на характеристики, указанные на упаковке. Но на какие именно? Ведь свет — это функциональность, безопасность и комфорт. Как не продешевить и не переплатить? Об этом вам расскажет специалист по светотехнике ООО МСК «БЛ ГРУПП» Ирина Колесникова.

Времена, когда на кухне устанавливался один светильник в центре потолка, прошли. Теперь, помимо общего освещения, обычно выделяется освещение рабочей и обеденной зон, но можно предусмотреть дополнительное функциональное/декоративное освещение. Важно при организации общего освещения максимально учитывать естественное. Например, используя прозрачные или полупрозрачные шторы или раскрывающиеся жалюзи. Кроме того, цветовое оформление кухни вносит существенное влияние на зрительное восприятие: чем светлее стены, тем больше света будет отражаться, помещение будет визуально более освещённым, нежели при тёмных тонах.

ОБЩЕЕ ОСВЕЩЕНИЕ

Для общего освещения наиболее удачным вариантом будет выбор нескольких встроенных или накладных потолочных светильников с рассеивателем для снижения слепящего эффекта (рисунок 1а). Но у данных светильников отсутствует возможность поворота. В качестве альтернативы можно использовать трековые светильники, которые можно перемещать и поворачивать так, как этого требует конкретный случай. Для кухни с высокими потолками можно выбрать подвесной светильник, например, люстру. Если выбрать потолочную люстру с плафонами, направленными вверх, то отражающийся от потолка свет будет рассеиваться, тем самым обеспечивая комфортное освещение для глаз.

Рисунок 1. Общее освещение (а), освещение рабочей зоны (б), освещение обеденной зоны (в) и дополнительное освещение (г) кухни

ЗАБОТИМСЯ ОБ УДОБСТВЕ

К основным принципам освещения в рабочей зоне кухни относятся комфорт и функциональность. Для этого подходят линейные накладные светильники с рассеивателем, встраиваемые мебельные светильники или светодиодная лента, убранная в специальный короб (рисунок 1б). Выбор зависит от места расположения рабочей зоны. Если кухня традиционного типа, то данная зона будет находиться под навесными шкафами, и светильники можно разместить на дно шкафчиков. При этом стоит обратить внимание на материал рабочей поверхности. Если поверхность будет гладкой и глянцевой, то могут быть видны яркие пятна от световых приборов, что вызовет зрительный дискомфорт. В таком случае лучше предусмотреть светильники с рассеивателем. Встроенное освещение смотрится аккуратно и не вызывает неприятных ощущений, но монтируется оно сложнее, нежели накладные светильники. Светодиодные ленты наиболее универсальны, как при монтаже, так и в реализации различных конфигураций в освещении.

ДУМАЕМ О КОМФОРТЕ

Освещение обеденной зоны должно быть достаточно комфортным. Часто обеденный стол располагают около окна. В этом случае естественное освещение используется максимально. Если стол стоит около стены, то можно использовать небольшие настенные бра, а когда стол располагается по центру кухни, можно применить потолочные светильники (рисунок 1в). Классическим вариантом для любой кухни, в частности, для небольшой, является использование светильников с плафонами и возможностью регулировки высоты. Но не стоит забывать про форму стола. Если стол будет овальным или прямоугольным, то для создания равномерного освещения необходимо использовать несколько светильников, расположенных в ряд. Для круглого достаточно и одного подвесного светильника, размещённого над центром.

К дополнительному освещению можно отнести следующее: функциональное освещение внутри шкафов или выдвижных ящиков (рисунок 1г) и освещение над плитой. Наиболее простой вариант для плиты — встроенный в вытяжку светильник. Если же её нет, — то потолочный светильник направленного действия.

ЧТО И КАК ВЫБРАТЬ?

Можно использовать разные типы источников света: лампы накаливания, галогенные лампы накаливания, люминесцентные (включая компактные люминесцентные лампы), светодиодные. Предпочтительнее — светодиодные источники света. Это связано с их низким потреблением энергии, с большим сроком службы, вторичной оптикой, которая позволяет формировать различное светораспределение, а также с компактными размерами светодиодных световых приборов. Чтобы цвета, выбранные для оформления интерьера кухни, при освещении соответствовали тем цветам, которые мы видим при естественном освещении, нужно обращать внимание на величину индекса цветопередачи: чем этот индекс выше, тем лучше будут передаваться цвета предметов. Это важно, потому что именно по цвету, например, можно судить о свежести продуктов и выполнять иную зрительную работу, в которой значительное место занимает отличие цветов предметов. Например, индекс цветопередачи некоторых светодиодных источников света достигает 90, что является достаточно высоким показателем.

Зависит от цветовой отделки помещения и выбор цветовой температуры источника. Для более «тёплых» оттенков цветовой гаммы нужна более низкая цветовая температура (в диапазоне от 2700 до 3000 К), для более «холодных» — выше (обычно 4000 К, так как соответствует нейтральному белому свету) (рисунок 2). Важно! Для обеспечения зрительного комфорта необходимо, чтобы все световые приборы имели одинаковую цветовую температуру.

Кроме того, следует отметить, что светильники, которые устанавливаются вблизи воды, должны иметь высокую степень защиты.

Рисунок 2. Освещение кухни световыми приборами с «тёплым» и «холодным» светом

Таблица 1. Сравнение параметров различных источников света

Параметр	Лампа накаливания	Галогенная лампа	Люминесцентная лампа	Светодиодная лампа
Потребляемая мощность, Вт	60	50	15	10
Световой поток, лм	900	900	900	900
Средний срок службы, тыс. ч.	1	2-4	7 – 10	до 50
Цена, руб.	20	57	104	67
Расчёт потребления электроэнергии				
Потребление электроэнергии в год, кВт·ч/год	194,4	162	49,2	32,4
Затраты на электроэнергию в год, руб.	1 100	917	279	184

ПОСЧИТАЕМ ВМЕСТЕ!

Давайте вместе определимся с выбором светового прибора для освещения вашей кухни. Поймём, какое число светильников необходимо. Сравним различные источники света и сделаем расчёт.

Сравнение по некоторым основным параметрам источников света и результаты расчёта затрат на освещение представлены в таблице 1. Для наглядности различий параметров между собой и потребления электроэнергии разных источников были выбраны лампы с одинаковым световым потоком. Перечисленные параметры указываются производителем на упаковке.

Чтобы провести расчёт потребления электроэнергии и соответствующих затрат, результаты которых приведены в таблице 1, необходимо воспользоваться формулами (1) и (2):

Потребление электроэнергии в год =
= Кол-во ламп×Потребляемая мощность × (1)
×Ср.время в сутки×Кол-во дней в году

При расчётах принимается, что среднее время работы одной лампы (*Ср.время в сутки*) составляет 9 часов в сутки, поскольку в большинстве случаев освещение не требуется включать на целые сутки. Также принято считать *Потребляемую мощность* (указанную для каждой лампы в соответствующей строчке таблицы 1) лампы в кВт: 1 кВт = 1000 Вт.

Затраты= Потребление электроэнергии в год× (2)
×Тариф на электроэнергию

Стоимость 1 кВт/час электроэнергии в Москве составляет 5,66 руб. (*Тариф на электроэнергию*).

В сравнении с наиболее часто используемой в бытовом освещении лампой накаливания светодиодная лампа будет потреблять электроэнергии в 6 раз меньше. Что можно увидеть и по затратам на электроэнергию в год. Разница между затратами на электроэнергию при применении лампы накаливания или галогенной лампы относительно

светодиодной будет значительной и составлять около 5-6 раз, в случае с люминесцентной лампой — около 1,5. Это наглядно показывает, что выгоднее выбрать для освещения кухни светодиодные источники света, нежели другие. Также не стоит забывать, что данные источники света имеют ряд преимуществ в связи с большими возможностями в применении и хорошими характеристиками (касательно светодиодных источников от проверенных производителей).

Так как выбор источника света был сделан, осталось определить, сколько светильников необходимо для освещения кухонного помещения. При вычислении количества светильников требуется учитывать как их индивидуальные характеристики, так и площадь помещения, для которого ведется расчёт. Основным показателем расчётов будет являться такая величина как удельная мощность. Она показывает, сколько электрической мощности (Вт) будет потребляться световыми приборами на 1 м^2 освещаемой площади.

В качестве примера рассчитаем количество светильников для общего освещения кухни площадью 16 м^2. Для освещения можно использовать светодиодные светильники Термит LED компании GALAD мощностью 8 Вт. Для светодиодных источников удельная мощность принимается равной 3 Вт/м^2. Осталось посчитать искомое число светильников по следующей формуле:

$$n = \frac{p_{уд} \cdot S}{P} = \frac{3 \cdot 16}{8} = 6\ (\text{шт.}), \quad (3)$$

где n — необходимое количество светильников для освещения кухни;

$p_{уд}$ — удельная мощность, Вт/м^2 ;

S — площадь освещаемого помещения (кухни), м^2 ;

P — мощность выбранного светового прибора, Вт.

Несмотря на то, что полученные при расчёте значения числа светильников могут немного колебаться, они будут максимально приближенными к реальным.

В заключение нельзя не отметить того, что существует большое количество возможных светотехнических решений. Они позволяют не только ещё больше экономить электроэнергию (до 50 %), но и создавать грамотное и комфортное освещение на кухне. Например, светорегуляторы (диммеры), представленные многими производителями, выполняющие роль тех же выключателей, но, в свою очередь, позволяющие регулировать яркость светильников. Так как их использование способствует реализации нескольких вариантов времяпрепровождения: от более яркого освещения для будних дней до более приглушённого для романтического вечера или приёма гостей, то они особенно актуальны при освещении кухни. Производители также предлагают использовать для экономии затрат на освещение такие устройства, как таймеры света, которые автоматически включают освещение в запрограммированные часы времени. Ещё одним полезным устройством, применяемым при освещении кухни, является датчик присутствия. С помощью таких датчиков можно не только управлять осветительными приборами по выбранному сценарию включения/выключения в зависимости от присутствия людей и количества естественного света, но и регулировать яркость источников по используемым на сегодняшний день протоколам управления освещением. Таким образом, свет включается или выключается при наступлении определённого порога освещённости в помещении. Ещё одним интересным решением в освещении кухни является ночная ультрафиолетовая дезинфекция. После приготовления пищи не всегда остаётся стерильная чистота. И включая ночное УФ-освещение, этой чистоты можно добиться, причем, не прикладывая особых усилий, так как такая система освещения работает автоматически.

Стоит добавить ещё то, что светодиодные источники света, в отличие от других источников, хорошо поддаются управлению, что упрощает задачу по реализации даже самых сложных решений.

Таким образом, придерживаясь данных советов, можно создать правильное и гармоничное освещение вашей кухни.

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!

СВЕТОДИОДЫ НА СТРАЖЕ ПОМИДОРОВ

Светодиодные светильники обычно устанавливаются в тепличных хозяйствах для освещения культур. Однако испанская компания ATG Ingeniería расширила возможности применения и запустила инструмент, когда светодиодные фонари используются для защиты растений, пишет портал www.hortidaily.com.

«Biocaptur S50 — первое устройство биологической борьбы с томатной минирующей молью, — сообщает компания. — Насекомые привлекаются определённой частотой света, а затем засасываются в машину».

Компания ATG Ingeniería со штаб-квартирой в Альмерии создала Biocaptur после интенсивной научной работы, направленной на поиск определённой частоты света, которая действует как мощный аттрактант для томатной минирующей моли (*Tuta absoluta*).

Biocaptur S50 состоит из светодиодного экрана с центральным и дополнительными светодиодными прожекторами, спиральной турбины и корпуса, в котором находится мешок-ловушка для насекомых (биопакет). Весь комплект устанавливается на металлическую опору, предназначенную для фиксации оборудования как на земле, так и на возвышении. Устройство засасывает насекомое, удерживая его в установленной внутри сетке. Оборудование действует против моли с первых стадий до зрелого возраста.

УБИТЬ "КОРОНУ!"

В новом исследовании, опубликованном в журнале Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology, учёные из Тель-Авивского университета (Tel Aviv University) доказали, что коронавирус можно убить эффективно, быстро и дёшево, используя ультрафиолетовые светодиоды. Учёные считают, что технология УФ-светодиодов скоро станет доступной для частного и коммерческого использования.

Исследователи проверили оптимальную длину волны для уничтожения коронавируса и обнаружили, что длина волны 285 нм почти так же эффективна для дезинфекции вируса, как длина волны 265 нм: для уничтожения более 99,9 % коронавирусов требуется менее получаса.

Учёные обнаружили, что убить коронавирус с помощью светодиодных ламп, излучающих ультрафиолетовое излучение, довольно просто. Исследователи уничтожили вирусы, используя более дешёвые и более доступные светодиодные лампы, которые потребляют мало энергии и не содержат ртути, в отличие от их аналогов.

Этот результат важен, поскольку стоимость светодиодных ламп с длиной волны 285 нм намного ниже, чем стоимость ламп с длиной волны 265 нм, а первые также более доступны. В конце концов, по мере развития науки промышленность сможет вносить необходимые корректировки и устанавливать лампы в роботизированных системах или системах кондиционирования воздуха, вакуума и водоснабжения и, таким образом, сможет эффективно дезинфицировать большие поверхности и пространства.

НАНОГЕНЕРАТОРЫ

Исследователи из Китайского университета Гонконга (CUHK) предложили интересную модульную конструкцию небольших по размеру генераторов электрической энергии. Разработка позволяет вырабатывать электричество из многих видов движения в природе, на транспорте или при движении самого человека, а в сборе энергии волн новая технология способна совершить переворот.

Предложенные учёными из Китая наногенераторы опираются на сбор энергии в процессе. До сих пор генераторы на этом эффекте представляли собой системы с трущимися внешними частями. Это позволяло вырабатывать достаточно большую мощность, но вело к износу поверхностей трения. Учёные из CUHK нашли этому интересную альтернативу.

Наногенераторы WT-TENG вырабатывают поток плотностью девять милликулон на м^3 при частотах до 0,25 Гц. Это очень мало для одиночного источника энергии, но батарея из таких устройств может питать относительно требовательные устройства. Например, учёные показали, как несколько генераторов на запястье бегуна зажигали панель из 150 светодиодов или та же панель зажигалась при раскачивании контейнера с генераторами на морской волне. Для мира с возобновляемой энергетикой — это очень интересная и перспективная разработка.

ЭКСПЕРИМЕНТЫ С СОБСТВЕННЫМ ВОСПРИЯТИЕМ

В Музее Оптики Университета ИТМО (Санкт-Петербург) открылась новая интерактивная световая инсталляция — «Синестезия». Это фантазия о том, как «выглядит» звук и звучит визуальный образ. Активно взаимодействуя с инсталляцией, каждый зритель становится магом и волшебником. Прикасаясь к предметам, играя с различными предметами и текстурами, посетители могут превращать звуки в «живые» световые картины и наблюдать, как меняется реальность вокруг.

Технически экспозиция реализована при помощи цифровой технологии «кинект», которая определяет положение человека в пространстве и запускает фоновый контент.

Работа над инсталляцией велась в рамках учебной дисциплины «Разработка и прототипирование световых решений в интерактивной среде» (специализация «Дизайн интерактивной среды»). Обучаясь на этом направлении, студенты-светодизайнеры могут реализовывать свои идеи на практике для выставочных, музейных и сценических пространств. В рамках совместного проекта с Музеем Оптики, магистранты получили уникальную возможность продемонстрировать созданные ими работы на площадке музея.

«Для каждого посетителя инсталляция раскрывается с новой стороны. И вы видите уже не чисто программное решение, которое изначально заложил автор, а результат совместного творчества — и создателя инсталляции, и зрителей», — говорит Елена Бобрицкая, специалист по учебно-методической работе Музея Оптики Университета ИТМО.

БУДУЩЕЕ СВЕТЛОГО ГОРОДА НА ПРОСПЕКТЕ МИРА. ЧАСТЬ ВТОРАЯ

В этом номере мы продолжаем наш рассказ, начатый в прошлом выпуске журнала, про одну из самых необычных экспозиций в Москве, которая расположена в главном офисе Международной светотехнической корпорации БЛ ГРУПП. Мы и в этот раз познакомимся с перспективными и серийными разработками компании, погрузим вас в настоящее и будущее систем освещения городов и различных объектов. В их числе проекты освещения теплиц, надёжная и безопасная подсветка туннелей и аэропортов, здесь же яркое освещение стадионов и спортивных площадок, подсветка архитектурных сооружений, и в том числе и то, что вам ближе всего — освещение современных школ, колледжей и институтов. Все эти проекты можно встретить и в реальной жизни: большинство из них уже внедрены и используются.

ОСВЕЩЕНИЕ ТЕПЛИЦ

Светильники для освещения теплиц

Каждому растению нужен свет, а в теплице освещение создаётся благодаря специальным светильникам, которые делают зелень, овощи и фрукты такими же вкусными, как выращенные где-то на юге под жарким солнцем. Сегодня тепличное освещение — это сложная система, обеспечивающая необходимый спектр освещения для каждого вида растения. При этом обеспечивается автоматизированный полив, необходимая влажность и ряд других параметров. С появлением миниатюрных и мощных светодиодов появилась возможность выращивать в теплицах растения на вертикальных фермах, получая на каждом уровне фермы необходимый спектр и световой поток и не перегревая растения.

Arcline Fito LED — двухканальные тепличные светильники, применяемые в вертикальных фермах для бокового освещения некоторых видов растений. Управляются с помощью планшета, имеют низкое тепловыделение, что позволяет устанавливать их близко к растениям, уменьшая расстояние между полками, эффективно используя пространство. Fito TOP Line LED — лёгкий светильник для основного освещения в промышленных теплицах, может соединяться в гибкую единую линию. Twin Fito LED — светильники дополнительного межрядового освещения в теплицах, используются вместе с основным освещением для обеспечения гибкости и эффективности освещения, в том числе и в вегетационный период растений.

ОСВЕЩЕНИЕ АЭРОДРОМОВ

В рамках выставочного пространства сымитирован аэродром со взлётно-посадочной полосой, демонстрирующей специально сконструированные сигнальные огни, обозначающие взлётную полосу, но не ослепляющие пилотов самолётов при взлёте и посадке. Сигнальные огни для аэродромов выполнены на основе светодиодных источников света, что гарантирует длительный срок службы, надёжность и соответствие нормативным требованиям Росавиации.

Светильники для аэродромов

СВЕТ В ТОННЕЛЯХ

Корпорация BL Group создаёт также специальные светильники с особой оптикой для тоннелей. В тоннелях всегда особая световая среда, связанная с резким изменением параметров освещённости, что провоцирует возможность возникновения аварийных ситуаций. Был разработан светильник Геспер с двумя вариантами оптики: симметричной и с использованием кососвета, что позволяет освещать только дорожное покрытие перед водителем и не слепить его.

Светильник Хепри LED выполняет задачу вспомогательного освещения. Он оснащён блоком аварийного питания. В чрезвычайной ситуации светильник работает в аварийном режиме.

Функцию информирования оказавшихся в опасной ситуации в тоннеле людей выполняет светильник серии ДПУ. На нём размещены таблички с надписями «Выход», стрелки, показывающие направление движения, и другие аналогичные символы. При отключении электропитания он работает автономно от 1 до 3 часов в зависимости от модели.

Светильники для освещения тоннелей от BL Group отвечают самым высоким требованиям и сохраняют свои светотехнические, электрические и механические свойства на протяжении всего срока службы. Они зарекомендовали себя надёжной работой в десятках тоннелей как в России, так и за рубежом.

СПОРТИВНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

На выставке представлено и спортивное освещение, как для больших стадионов, так и для небольших дворовых хоккейных или волейбольных площадок. В экспозиции нет настоящей хоккейной площадки, но представлены элементы футбольного поля, освещаемые специальными мощными прожекторами, создающими равномерное не слепящее игроков и зрителей освещение, при котором цвета поля и форма футболистов выглядят естественно.

Прожекторы Фортиус LED и Ситиус LED могут использоваться для освещения парковок, крупных инфраструктурных и спортивных объектов. Эти световые приборы расположены на высоких мачтах освещения. У них широкий диапазон мощностей, от 40 до 1300 Вт, и типов оптики для эффективного освещения. Для спортивных зон уровень освещённости меняется в зависимости от режима использования объекта — соревновательного и тренировочного. Все технические характеристики прожекторов соответствуют самым высоким требованиям телетрансляций в форматах HD и Slow-motion: пульсаций освещения нет, цветовая температура 5700 К, индекс цветопередачи превышает 90, а частный индекс цветопередачи R9 сохраняет естественность цвета человеческой кожи.

ЭКСКУРСИИ В ШОУРУМ ДЛЯ ДЕТЕЙ И МОЛОДЁЖИ

Международная светотехническая корпорация БЛ ГРУПП запустила серию регулярных экскурсий по шоуруму для школьников и студентов под общим названием «Такое разное освещение». Цель экскурсионной работы — популяризация профессии светотехника среди детей и молодёжи.

12 марта была проведена первая экскурсия для учеников третьего класса школы-гимназии № 1518. Школьникам были продемонстрированы все виды современных светильников для наружного и внутреннего освещения, а также УФ облучатели для уничтожения вирусов, светильники для выращивания растений, «умные» опоры. Ребятам рассказали, как светодиодные светильники могут интегрироваться с системами «Умный» город, чтобы помогать вести городское хозяйство. Посещение шоурума МСК «БЛ ГРУПП» школьникам и их родителям очень понравилось. Успехом особенно пользовалась «умная» скамейка с «живущей» под ней кошкой — школьники с ней вдоволь наигрались.

ЕСТЬ 100 МИЛЛИОНОВ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ СВЕТОДИОДОВ!

Наш журнал уже не в первый раз рассказывает вам, ребята, про светодиоды, совершившие настоящую революцию в освещении и изменившие во многом наши города, дома и в общем, без преувеличения, жизнь людей. Тема светодиодного освещения ещё очень много лет будет давать поводы для новостей, научных и популярных статей и дискуссий специалистов. И в этот раз на наших страницах одна из самых актуальных новостей на сегодняшний день: начало производства качественных отечественных светодиодов.

Мы не будем вспоминать всю историю изобретения и развития светодиодов, но напомним ряд преимуществ этого современного вида освещения. Два самых главных достоинства светодиодов — это очень большой срок службы и низкое энергопотребление по сравнению со всеми другими источниками света. Срок службы уже сейчас уверенно превышает 50 000 часов и в ближайшие годы достигнет стабильных ста тысяч, при том что среднее время горения лампы накаливания всего лишь 1000 часов. А энергопотребление светодиодного источника света в 5 раз меньше той же лампы накаливания, которая больше греет, чем освещает.

Другим большим плюсом светодиодов является отсутствие ртути и других вредных веществ при их производстве и эксплуатации. У светодиодов целый ряд других преимуществ, о которых можно прочитать в прошлых выпусках нашего журнала.

ОТ КУСТАРНОГО К МАССОВОМУ ПРОИЗВОДСТВУ КАЧЕСТВЕННЫХ СВЕТОДИОДОВ

Хотя история начала производства и широкого применения мощных светодиодов в освещении насчитывает уже второй десяток лет, реальных производителей, обеспечивающих все выше перечисленные преимущества и качественную цветопередачу, на самом деле очень мало. В основном это несколько крупных международных компаний, обладающих хорошей научной базой, современными технологиями и высококвалифицированным персоналом.

Дело в том, что выращивание кристаллов — основного элемента светодиодов — процесс намного более технологически сложный и тонкий, чем серийный выпуск источников света всех предыдущих поколений. Для этого требуется не только сверхсовременное и высокоточное технологическое оборудование, но и особая чистота в помещениях, где это оборудование работает. А это — очень непростая задача, требующая больших постоянных инвестиций и высокой дисциплины персонала.

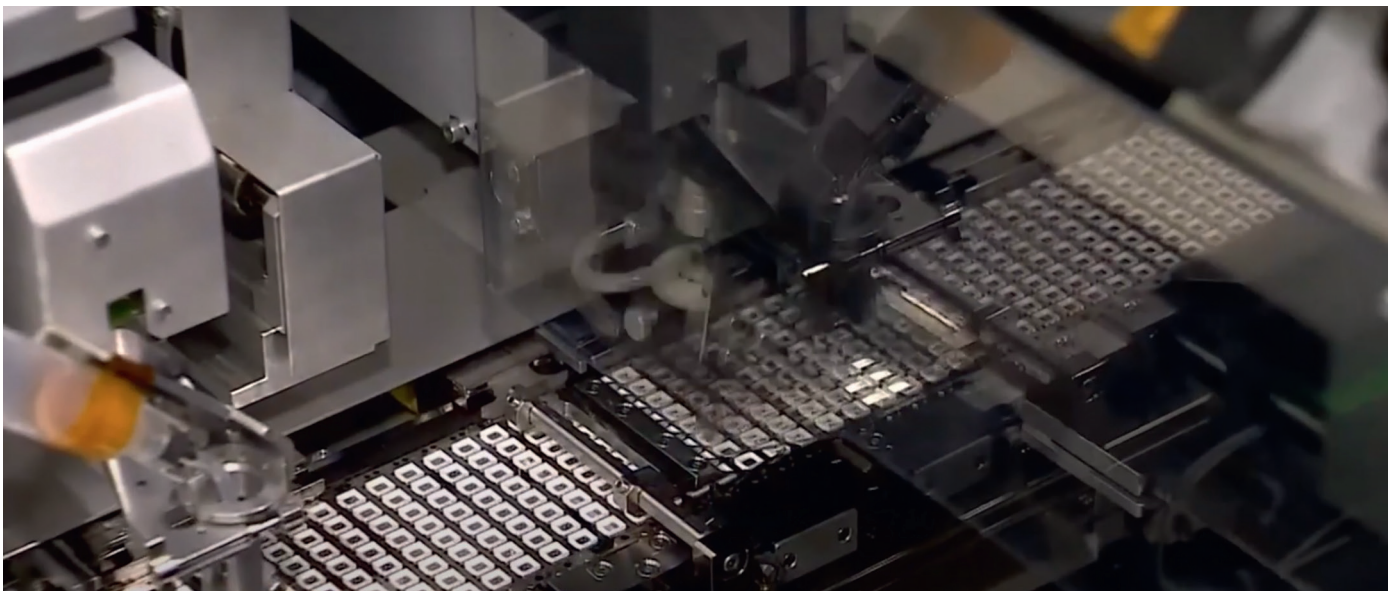
Светодиоды производятся и в небольших компаниях, в основном в Китае и странах Юго-Восточной Азии, но чаще всего там не могут выдерживать жёсткие требования к чистоте материалов и помещений, да и само оборудование не всегда высокого качества. Всё это приводит к быстрому выходу таких источников света из строя, или они светят с большим отклонением от заявленных параметров.

Возникают проблемы и с пускорегулирующим устройством, обеспечивающим включение/выключение и стабильное питание светодиодного

источника света. Этот элемент должен соответствовать светодиоду по надёжности и долговечности, что также у многих небольших производителей не обеспечивается.

К сожалению, такие дешёвые и вредные для наших глаз лампы со светодиодами заполняют и прилавки отечественных магазинов.

В России также были попытки организовать полный цикл производства светодиодов, но практически все они закончились неудачей. Выпускаемые в нашей стране качественные световые приборы комплектуются в основном светодиодами импортного производства, что значительно повышает стоимость таких светильников.



«КЛЕВЕР» СРЕДИ ПЕРВЫХ

Одна из первых отечественных компаний, которой удалось обеспечить высокое качество выпускаемых светодиодов, называется «Клевер», и она входит в Международную светотехническую корпорацию «БЛ ГРУПП». Продукция «Клевера» не только гарантирует декларируемый срок службы и энергоэффективность, но и по всем остальным параметрам соответствует мировым стандартам.

«Клевер» провёл модернизацию, в результате чего в конце прошлого года была запущена новейшая линия по производству современных надёжных светодиодов. Компания планирует увеличить объём производства светодиодов более чем в три раза и выпускать не менее 100 млн штук в год. Такое число качественных отечественных светодиодов сможет в значительной мере обеспечить потребности отечественных производителей ламп и светильников.

Также в планах у «Клевера» поставки десятков миллионов светодиодов предприятиям ламповой промышленности стран Евразийского экономического союза (ЕАЭС), в который входят, помимо России, Армения, Беларусь, Казахстан и Киргизия.

Генеральный директор производственной компании «Клевер» Борис Ким рассказал, что даст новая линия корпорации и всей светотехнической отрасли: «Новая линия производства светодиодов — более современное оборудование с увеличенным быстродействием и повышенной точностью выполнения технологических операций. Применение новых машин позволит компании кратно увеличить производительность труда на отдельных операциях и увеличить общий выпуск продукции».

Как отметил руководитель завода, речь идёт не просто о расширении производственных возможностей предприятия. Новая линия также даст

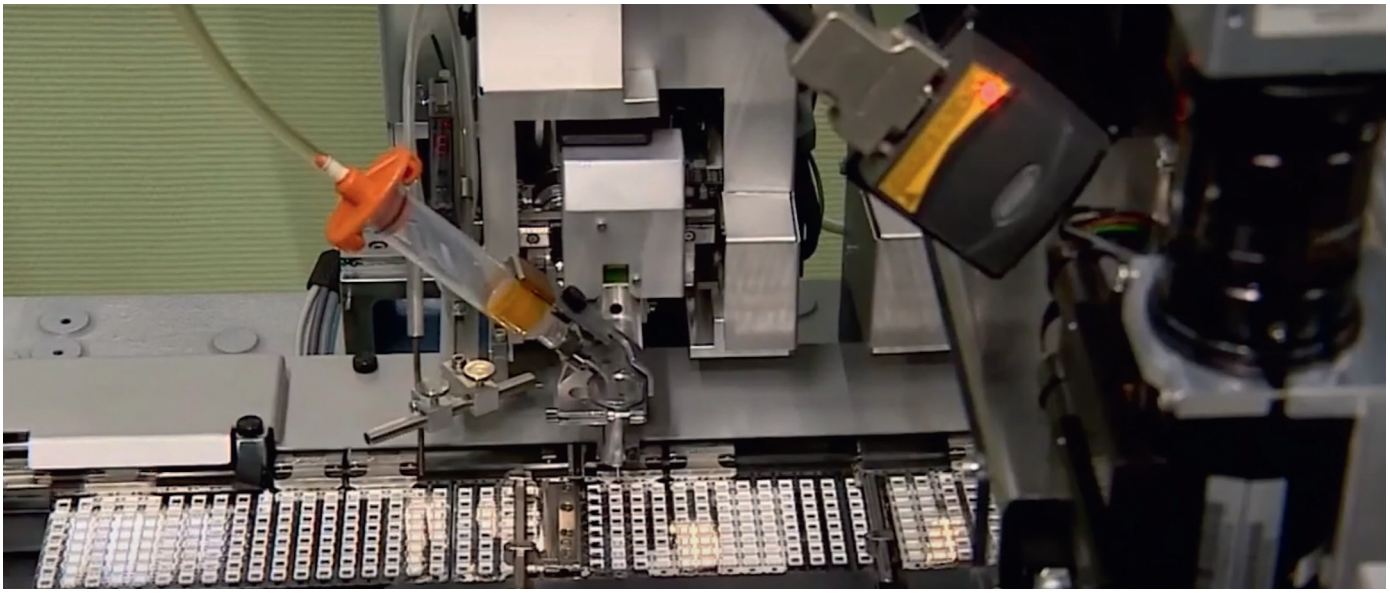
возможность обновления всей продуктовой линейки светодиодов, выпускаемых компанией, благодаря глубокой модернизации оборудования и технологических процессов.

На новой линии начато производство светодиодов типоразмеров EMC 3030 и EMC 5050. Такие светодиоды используются в светильниках различного типа — от офисного и торгового освещения до автодорожного и архитектурного.

«Этот тип светодиодов хорошо принят светотехническим рынком. Они заслужили репутацию надёжных светодиодов, с оптимальным соотношением стоимостных показателей и показателей энергопотребления. На сегодняшний день ПК «Клевер» — единственный крупносерийный производитель светодиодов в России.

Во-первых, благодаря модернизации мы сможем удовлетворить имеющийся на внутреннем рынке спрос, потребность производителей светильников. Уже в этом году мы планируем масштабировать производство и идти к тому, чтобы обеспечивать светотехнический рынок России отечественными светодиодами. Ведь светодиоды всё больше и больше востребованы на нашем рынке, в том числе сейчас повсеместно происходит замещение традиционных источников света новыми — светодиодными.

Во-вторых, мы будем выпускать светодиод, который по своим характеристикам ничем не уступает лучшим мировым аналогам,

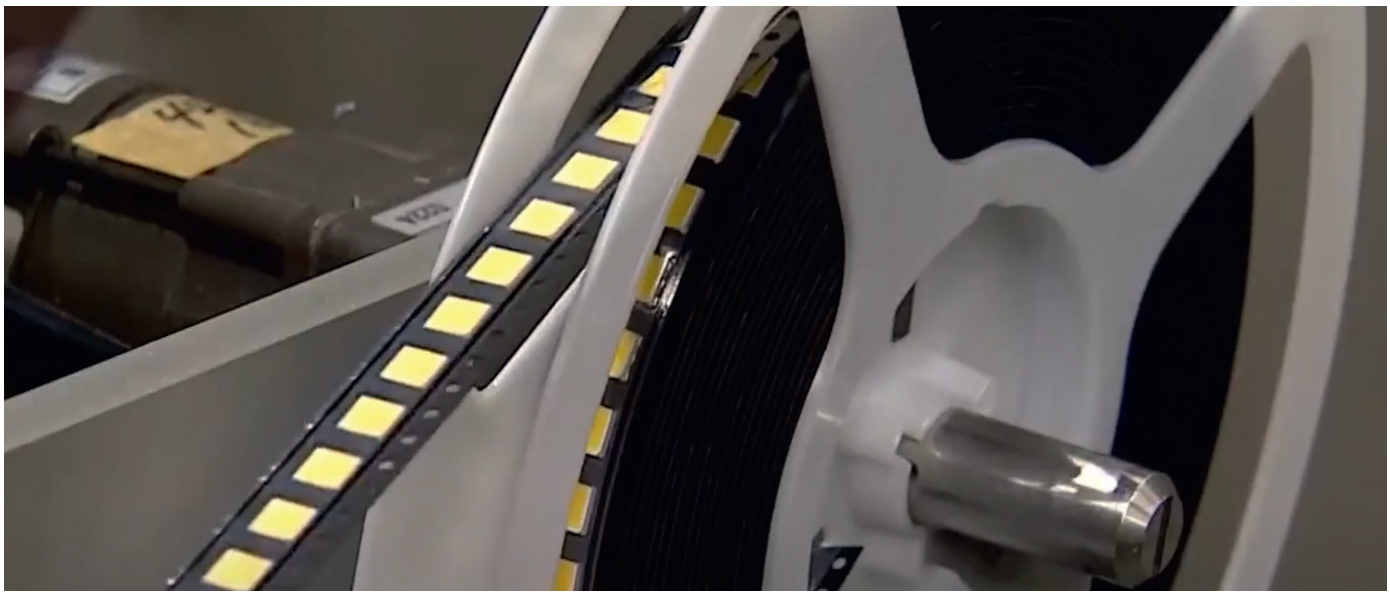


а в чём-то их превосходит. Технологии непрерывно развиваются. Таким образом, благодаря развитию производства, компания сохранит и укрепит своё положение производителя современной конкурентной продукции», — продолжил Борис Ким.

Рост производства светодиодов стимулирует развитие смежных производств, например, одна из таких отраслей — химическая: в новых светодиодах уже используется люминофор отечественного производства, определяющий цветовую температуру и цветопередачу источника света.

Выигрывают и производители микроэлектроники, используемой в питании и управлении светодиодами: так, например, часть электронных элементов «Клеверу» поставляет белорусская компания «Планар», на равных конкурирующая на мировом рынке с зарубежными поставщиками.

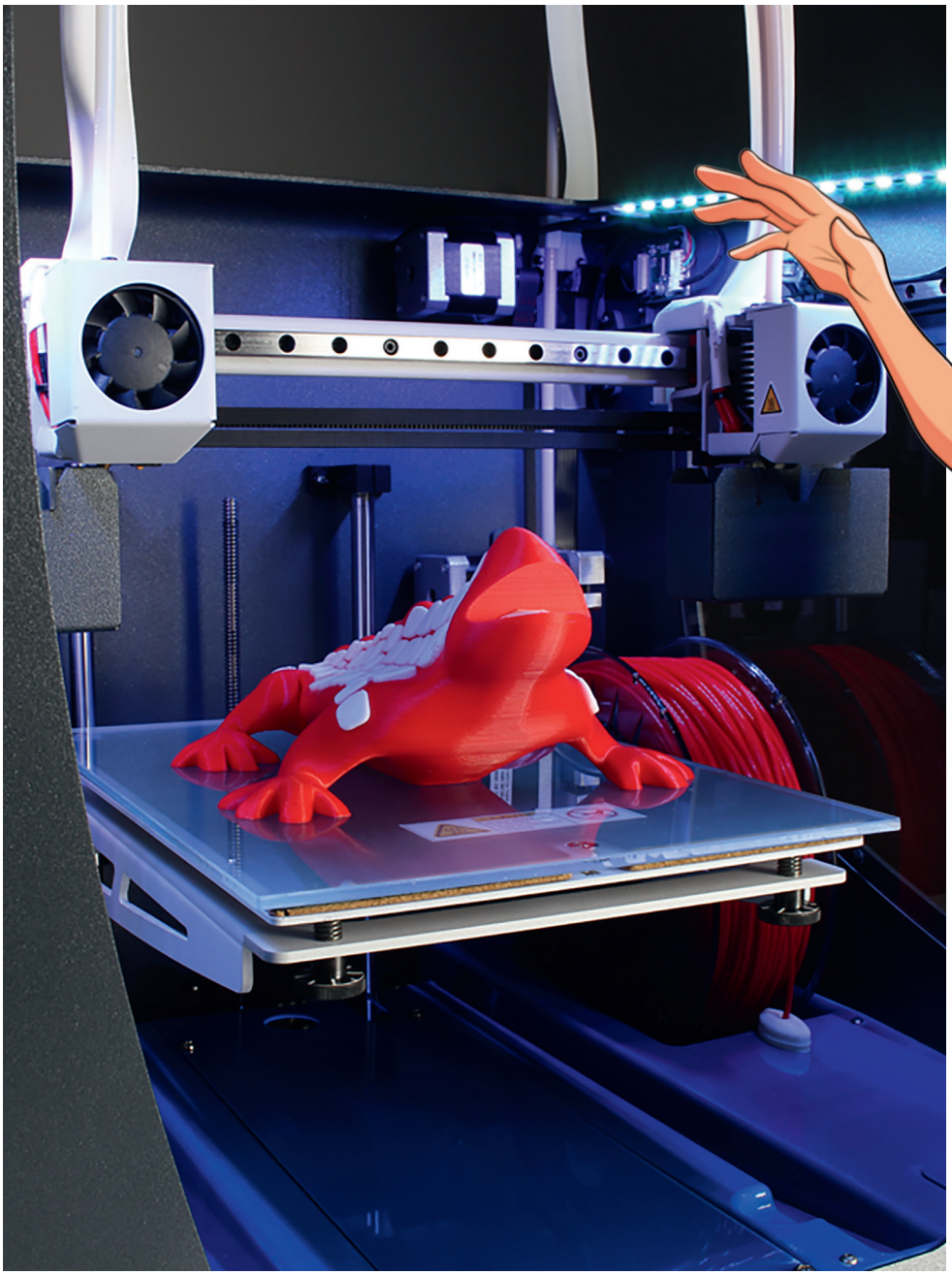
«Сейчас у нас появляется ряд дополнительных преимуществ. Например, возможность изготовления светодиодов с параметрами, оптимизированными под конкретные задачи, которые светотехники решают при реализации уникальных проектов. Также мы сможем выпускать небольшие и средние партии светодиодов с нестандартными колориметрическими характеристиками. На них возникает спрос в связи с развитием научных исследований о реакциях человеческого организма на свет, таких как выработка гормонов, регуляция биологических часов и т. п. Изучается и влияние света специализированных спектров на продукцию отраслей сельского хозяйства. Но в любом случае на третьем этапе модернизации в наших планах — выход на зарубежные рынки с конкурентоспособной продукцией», — завершил свой рассказ Борис Ким, генеральный директор «Клевера».



Президент МСК «БЛ ГРУПП» Георгий Боос на запуске модернизированного производства отметил: «Мы открываем этот проект уже в современном новом виде с новой линейкой светодиодов. Причём особенно приятно, что эти диоды по своим характеристикам будут даже лучше ведущих мировых образцов, а по своим стоимостным параметрам дешевле. Этот проект демонстрирует, что по качеству и другим характеристикам наша отечественная продукция может не уступать лучшим мировым образцам».

Президент МСК «БЛ ГРУППП» Георгий Боос на церемонии запуска модернизированного производства светодиодов: «Модернизация позволит нам увеличить объём выпуска продукции более чем в 3 раза — до 100-150 млн светодиодов в год. Затем мы планируем масштабировать этот проект до уровня 250-300 млн светодиодов в год. Сегодня потребность российских производителей в светодиодах составляет 400-450 млн единиц изделий в год. С учётом идущего сейчас повсеместного замещения традиционных ламповых источников наружного и внутреннего освещения на более надёжные и энергоэффективные — светодиодные — в перспективе спрос на светодиодную светотехническую продукцию на российском рынке может увеличиться до более чем 1 млрд единиц в год. Модернизация ПК «Клевер», запуск новой линии производства светодиодов создаёт хорошую базу как для проведения новых исследований и создания новых продуктовых светодиодных линеек для снижения стоимости светодиодов, так и для развития отечественной светотехнической отрасли в целом».

Прояви свой талант! Окунись в чудесный мир трёхмерного моделирования! Создай на компьютере 3D-модель одного из наших героев (Светознайки или Профессора Люкса) и пришли её нам в редакцию на почту basov@l-e-journal.com. Все участники получат в подарок печатные версии нашего журнала, а лучшие модели мы опубликуем в одном из следующих выпусков, а также напечатаем их на 3D принтере и отправим авторам. Если у тебя остались вопросы или есть интересные предложения — обязательно напиши нам.



BL Group

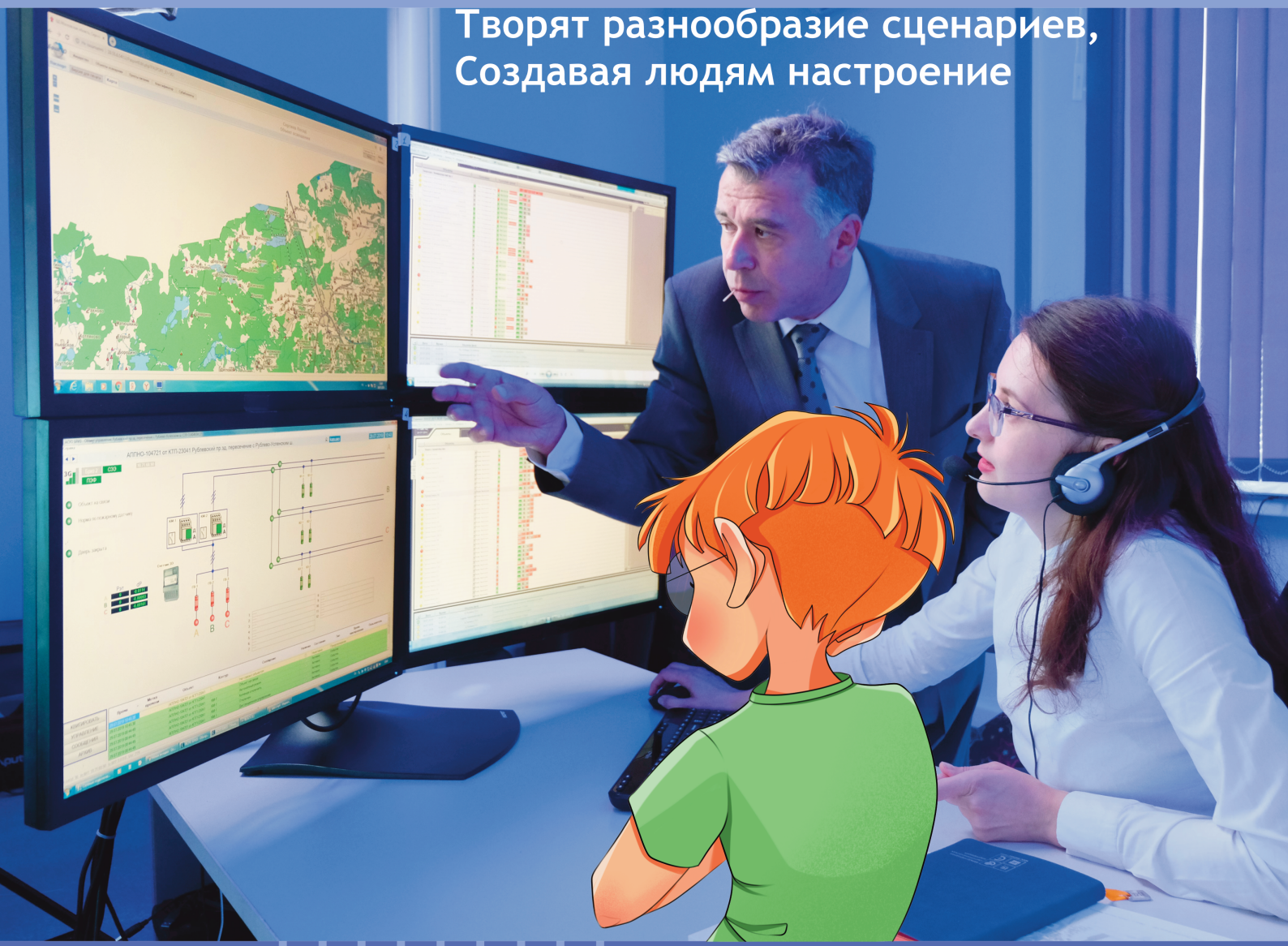
Светосервис
ТелеМеханика

БООС ЛАЙТИНГ ГРУПП

www.bl-g.ru

www.svet-tm.ru

Смело меняют суток панораму
Мастера управления освещением;
Творят разнообразие сценариев,
Создавая людям настроение



ООО « СВЕТОСЕРВИС ТМ»
129626, г. Москва,
1-й Рижский переулок, 6с2

+7 (495) 780-75-98
+ 7 (800) 250-75-98

BL Group

Лихославльский завод
светотехнических изделий
«СВЕТОТЕХНИКА»

БООС ЛАЙТИНГ ГРУПП

www.bl-g.ru

www.galad.ru

Качество, дизайн, службы долгий срок —
Таков производителя итог.
Выпускает этот завод
Миллион светильников в год

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

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

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 все подручные средства — бумагу, пластиковые ложки, фольгу, одноразовые тарелки — всё, что пожелаешь. Смотри, какие интересные светильники могут получиться! Отправляй нам фотографии себя со своей работой на электронный адрес basov@l-e-journal.com и выигрывай призы. Также самые необычные светильники будут опубликованы в нашем журнале.

Киселёва Полина, 13 лет, Москва

Солнце — радость, Солнце — свет,
Ярких лучиков рассвет.
Но играй с ним осторожно:
От незнанья — много бед!

Раскалённое светило
Может даже обижать,
Если вопреки советам
Правила не соблюдать.

Утром солнце безобидно:
Светит ласково, легко!
Днём уставшее светило
Слепит ярко, горячо.

Глазки могут заболеть,
Если на него смотреть.
В помощь — тёмные очки,
Их с собой всегда носи.

Вместе с тёплыми лучами
Витамины получаем,
Закаляем организм,
Помня про его каприз.

Солнце злится, обижаясь,
Если долго загораешь.
Днём оно раскалено,
Действие его вредно.

Солнце вечером обычно
И красиво, и добро!
И не слепит, и не греет,
Будто стало всё равно!

Наблюдая за природой,
Можно многое познать!
Солнце может подсказать,
Что на завтра одевать.

Если летом на закате
Свет багряный от него,
Знай, что завтра будет ясно
И, конечно же, тепло.

Узнавай, ищи ответы,
Пробуй, думай, размышляй!
Солнце — лучик к тайнам света!
Помни это! Изучай!

Шапошников Валентин, 12 лет, Тула

КАКОГО ЦВЕТА СОЛНЦЕ?

Весна вступала в свои права медленно. Непривычно снежная, холодная зима отступала неохотно и без борьбы явно сдаваться не собиралась.

— Скорее бы тепло! — вздохнул Светознайка, воплощая свои мечты на бумаге. На рисунке уже просматривалась зелёная травка, голубое небо и яркое солнце с разбегающимися весёлыми лучами.

— А почему солнце у тебя жёлтое?

От неожиданности Светознайка даже вздрогнул, не заметив подошедшего сзади профессора Люкса.

— А каким оно должно быть? Все же знают, солнце бывает жёлтое или красное. Разве не так?

— Так-то так, — ответил, улыбнувшись, профессор, — но не всё так просто, как видится. Ведь если смотреть на Солнце, находясь в открытом космосе, то оно будет белого цвета.

— Хотел бы я увидеть белое Солнце! — недоверчиво ответил Светознайка.

— Мой дорогой друг, у тебя всё ещё впереди. Возможно, через несколько десятков лет полёт в космос будет доступен практически любому человеку. Тогда и посмотришь, но, надеюсь, не забудешь надеть защитные очки? — усмехнулся Люкс.

— Помню, помню, что смотреть на Солнце без использования дополнительных приборов, например, затемнённых очков, нельзя! Но почему же Солнце на самом деле белое?

— Чтобы понять, давай сначала проведём эксперимент. Смешай красный и синий цвета на палитре. Какой цвет получили? — предложил профессор.

Светознайка старательно смешал краски.

— Фиолетовый!

— А теперь жёлтый и красный цвет.

— Оранжевый!

Но это же и так все знают!

— Не спеши, торопыжка. Попробуй смешать всю палитру. Что получится?

— Какой-то грязный или серо-бармалиновый цвет, — ворчал Светознайка, старательно выполняя задание.

— Знаешь, дружок, ты смешиваешь цвета, а результат получается в зависимости от количества той или иной краски. Красный и синий всегда дадут фиолетовый, но от пропорции цветов зависит оттенок. Можно получить тёмно-фиолетовый или светло-фиолетовый. Поэтому, если аккуратно в определённых пропорциях смешивать все возможные цвета, то можно добиться не грязного, «серо-бармалинового» цвета, как ты сказал, а настоящего чёрного цвета. Но это на бумаге.

А вот если мы смешаем все цвета от света солнца, все цвета, которые излучает солнце, то получим не черный, а, наоборот, белый цвет. Ведь Солнце — очень яркий источник, и оно излучает свет всех различных цветов, всей цветовой палитры!

— Знаю, знаю… И чтобы во всех этих явлениях разобраться, надо, конечно, учить физику! — весело добавил Светознайка. И тут же спросил:

— Но если Солнце на самом деле белое, то почему же с Земли мы видим его жёлтым?

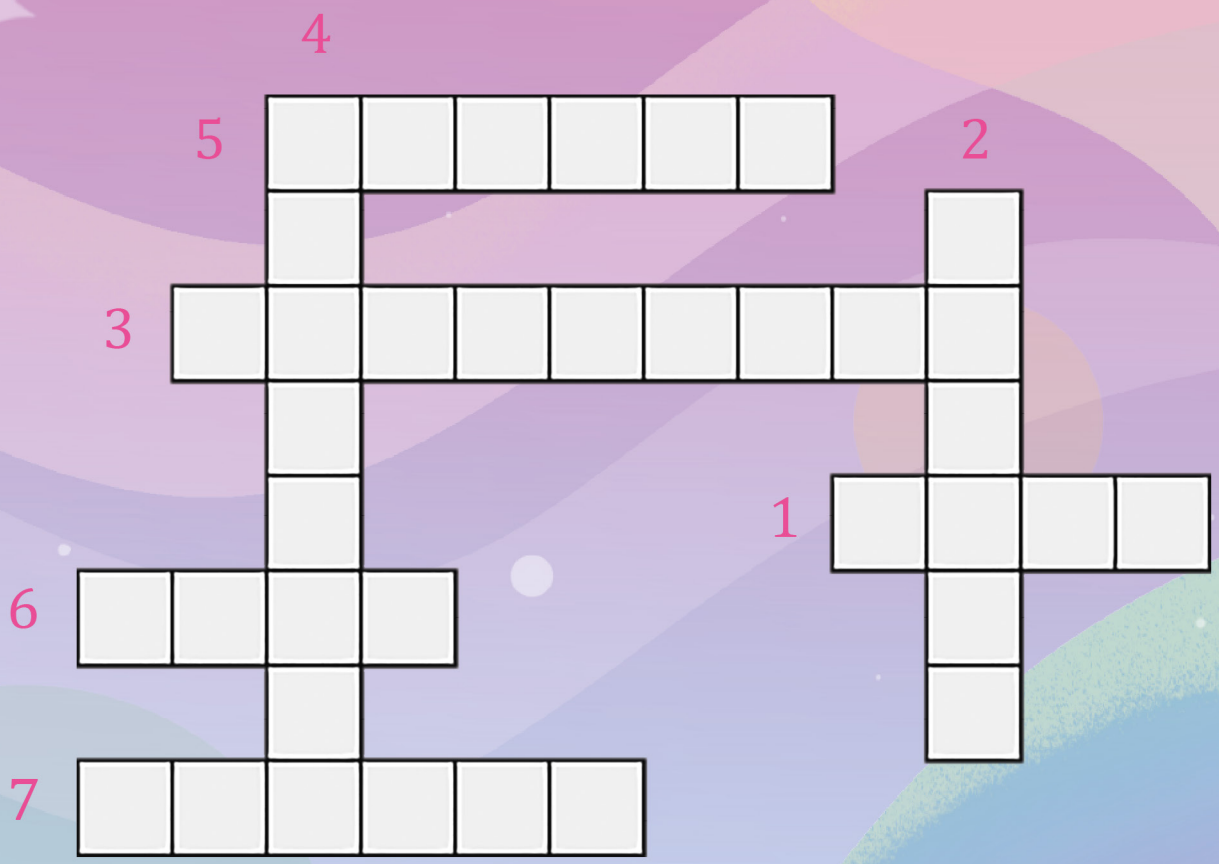
— От Солнца идёт свет (излучение), которое имеет свои особенности. Лучи проходят все слои атмосферы пока добегают до нас. Самые бойкие — лучи синего цвета, они сильнее других преломляются, сильнее рассеиваются в атмосфере и активнее влияют на изменение цвета при смешении. Поэтому цвет излучения при смешении всех лучей до нас доходит уже не белым, а жёлтым. А вот когда Солнце находится на горизонте, то синие лучи рассеиваются ещё больше, и Солнце становится красным.

— Ура! Теперь я знаю то, о чём многие даже не задумывались, — от радости подпрыгнул Светознайка.

— Ты прав, дружок. Люди настолько привыкли к жёлтому цвету Солнца, что даже на некоторых снимках, сделанных из космоса, его цвет специально изменяют с белого на жёлтый! И если посмотреть на классификацию звёзд, в которой Солнцу определено своё место, то даже астрономы отнесли Солнце к группе звёзд, которой дали название «жёлтые карлики».

— Не отвертеться Солнцу от привычного для нас цвета, хоть оно и белое, — засмеялся Светознайка, окунув кисточку в жёлтую краску с намерением завершить начатый рисунок.

КРОССВОРД



По вертикали:

2. Световое пятнышко – попрыгунчик: солнечный ...;

4. Кристаллик из воды, который блестит зимой на Солнце

По горизонтали:

1. Могут защитить глаза от Солнца;

3. Известное созвездие — большая ...;

5. Самая близкая звезда к нашей планете;

6. Сама по себе тёмная, но сделана с помощью света;

7. Отверстие, через которое свет попадает в глаза;