

Индукционная лампа – источник качественного и энергоэффективного освещения

Сергей Макареня, Александр Павлов, Николай Фомин (Москва)

Научные исследования подтверждают, что, наряду с высокой светоотдачей, на качество освещения влияет спектр источника света, который выражается в параметрах цветопередачи и цветовой температуры. Поэтому многие производители источников света в последнее время сосредоточили усилия на улучшении характеристик своих изделий. Примером является индукционная лампа, в которой были воплощены идеи Николая Теслы.

В настоящее время спрос на энергию растёт, и регулярно в средствах массовой информации поднимается вопрос о применении энергоэффективных технологий. В условиях мирового финансового кризиса и ограниченности ресурсного потенциала стало очевидно, насколько сложно, а порой и не представляется возможным содержать неэффективные технологии.

Современные проблемы энергоэффективного освещения многогранны и имеют широкий спектр. Их решением сейчас занимается большое количество предприятий и организаций, работающих в области светотехники.

Основными направлениями повышения энергоэффективности систем освещения являются:

- расширение производства эффективных источников света и области их применения;
- увеличение световой отдачи источников света;
- повышение стабильности характеристик источников света;
- повышение КПД осветительных приборов;
- улучшение эксплуатационных свойств осветительных приборов, в том числе увеличение срока эксплуатации;
- снижение энергопотребления осветительных приборов, в частности благодаря использованию электронной пускорегулирующей аппаратуры (ЭПРА);
- повышение качества освещения.

Примером может быть появление на рынке индукционной лампы, в которой были воплощены идеи учёного с мировым именем Н. Теслы. Сразу хотелось бы отметить, что данный тип ламп не является заменой всем существ-

ующим. К примеру, альтернативы металлогалогенным лампам мощностью от 1 кВт практически нет, но и применение таких ламп имеет узкий спектр. Это стадионы (на осветительных мачтах), прожекторы повышенной мощности и пр. И если взять, к примеру, город такого масштаба, как Москва, то мест применения этих ламп не так уж и много.

Совсем другая ситуация складывается с освещением промышленных предприятий, которых мы уже насчитаем сотни, и у каждого есть множество помещений, занимающих тысячи квадратных метров. А если добавить уличное освещение, то счёт источников света перейдёт на десятки тысяч, не говоря уже о подсветке зданий и различных объектов, где применяются прожекторы малой и средней мощности. На всех вышеперечисленных объектах используются в подавляющем большинстве светильники с лампами дневного света, ртутными лампами высокого давления (ДРЛ) и натриевыми лампами высокого давления (ДНаТ), редко – металлогалогенными лампами (МГЛ). Эти типы ламп пришли на замену ламп накаливания как источники света с более высокой светоотдачей, а значит, уже в какой-то степени энергоэффективные. Учитывая их низкую стоимость, эти типы ламп в данное время являются наиболее популярными.

В то же время хочется отметить, что все названные типы ламп обладают рядом недостатков. Лампы дневного света при высокой светоотдаче и высоком индексе цветопередачи имеют ограничение по количеству включений, это связано с применением в качестве электродов спиралей. Данная проблема очень актуальна и в семей-

стве компактных люминесцентных ламп. Лампа ДРЛ обладает не очень высокой светоотдачей. Во время эксплуатации отмечается быстрое снижение светоотдачи – через 2000 ч до 50% от первоначальной. Натриевая лампа даёт уже неплохие показатели по светоотдаче, но при этом имеет крайне низкий индекс цветопередачи – характерный жёлтый оттенок свечения, что приносит немало дискомфорта. МГ-лампа имеет высокий уровень светоотдачи, достигающий 100 лм/Вт и неплохой индекс цветопередачи, но конструктивно не долговечна. Также для использования всех перечисленных типов ламп требуется балласт. Наиболее простым является электромагнитный, но он добавляет 15% и более к потребляемой мощности лампы за счёт потерь. Все перечисленные типы ламп подвержены мерцанию, что приводит к быстрой утомляемости глаз и не допускает их применения в местах, где используется оборудование с быстровращающимися деталями. Проблемы с мерцанием и потерями на ЭПРА частично решает применение электронных балластов, но это значительно увеличивает стоимость светильника и не избавляет от основных недостатков перечисленных ламп. А лампы дневного света и ДРЛ, кроме того, подлежат обязательной утилизации.

Для сравнения рассмотрим индукционную лампу.

Эта люминесцентная ртутная лампа низкого давления конструктивно представляет собой запаянную колбу в виде кольца или прямоугольника (см. рис. 1). Источником ртути является амальгама (сплав ртути с другими металлами), поэтому количество паров ртути в лампе на два порядка меньше, чем у ламп дневного света, где ртуть закачивается в виде пара из расчёта на весь срок службы. Хотелось бы отметить, что испарение ртути из амальгамы происходит при температуре примерно 60°C, поэтому при повреждении колбы при комнатной температуре загрязнение окружающей среды ртутью происходит не так интенсивно, как при повреждении ламп дневного света.

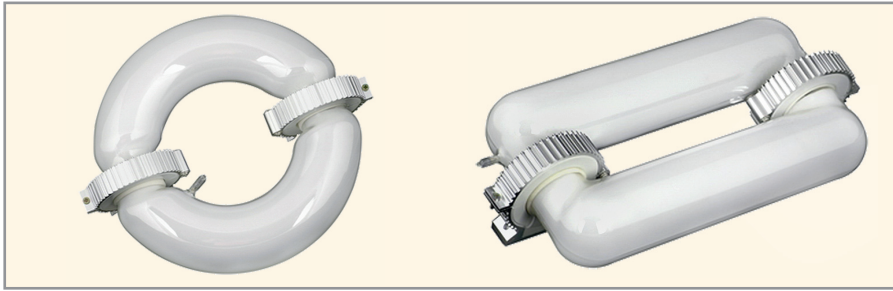


Рис. 1. Внешний вид индукционных ламп различных конструкций

Таким образом, применение амальгамы способствует экологической безопасности и упрощает процесс утилизации индукционных ламп.

Возбуждение разряда осуществляется двумя электромагнитами, расположенными на колбе лампы, т.е. внутри колбы нет никаких электродов и спи-

ралей, что позволяет лампе работать не менее 60 000 ч (уровень светового потока при этом упадет всего лишь на 20%), при этом лампа может эксплуатироваться вплоть до 120 000 ч. Применение улучшенной формулы люминофора (молочная смесь люминофора и клея) позволило добиться светоотда-

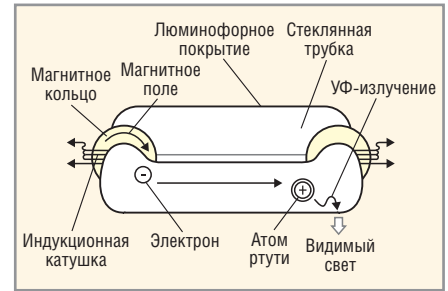


Рис. 2. Принцип работы индукционной лампы

чи 80 лм/Вт, а также превосходного индекса цветопередачи >80 Ra. Также к достоинствам индукционной лампы можно отнести отсутствие мерцания, возможность диммирования, устойчивый запуск при отрицательных температурах. Принцип действия индукционной лампы представлен на рис. 2.

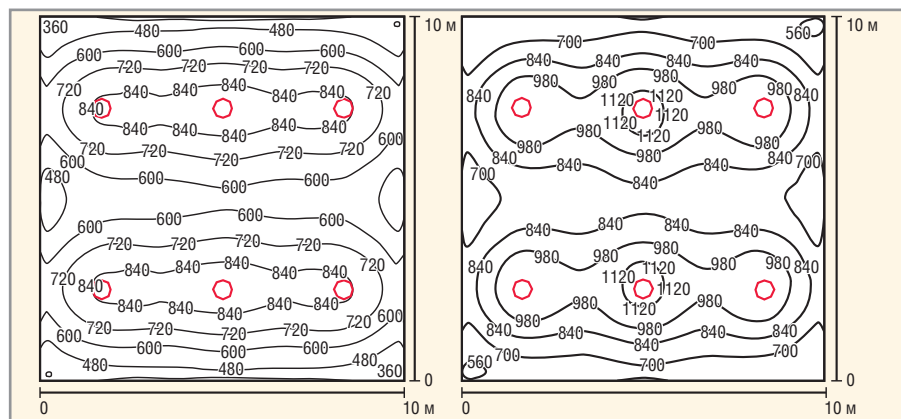


Рис. 3. Карты изолиний

Слева – для светильников с ртутными лампами высокого давления, справа – для светильников с индукционными лампами

Возвращаясь к световым характеристикам ламп, необходимо отметить, что оценка лампы только по световому потоку является недостаточно полной. Световой поток в паспорте лампы характеризует все части спектра, излучаемого лампой. Если взять 400-Вт лампу ДРЛ со световым потоком 18 000 люменов и 150-Вт индукционную со световым потоком 12 000 люменов, то кажется очевидным, что лампа ДРЛ заметно мощнее, но, как показывает практика, при использовании индукционных ламп меньшей мощности качество освещённости заметно выше.

Для доказательства вышеизложенного с помощью программы DIALux были произведены расчёты освещённости помещения размером 10 × 10 м, с высотой потолка 6 м и с высотой подвеса светильников – 5,5 м, с равным количеством светильников (6 шт.), оснащённых в первом случае лампами ДРЛ 400 Вт, а во втором – индукционными лампами Saturn мощностью 150 Вт. Результаты приведены в виде карт изолиний на рис. 3 и в таблице.

Из представленных карт изолиний видно, что у светильников с индукционными лампами распределение света более равномерно, отсутствуют резкие переходы освещённости.

Из представленных в таблице расчётов следует, что индукционная лампа мощностью 150 Вт практически аналогична лампе ДРЛ 400 Вт. При этом светильники для индукционных ламп имеют улучшенный КПД и дают

более равномерное распределение света. Также необходимо отметить, что использование индукционных ламп создаёт более комфортное освещение, близкое к естественному.

Это происходит по причине того, что у индукционной лампы индекс цветопередачи заметно выше, чем у лампы ДРЛ. Индекс цветопередачи показывает, какое количество видимого для глаза света содержится в излучаемом спектре лампы. Для качественной характеристики света была введена единица, которая называется «зрачковой светоотдачей» (plm/W), она связана с особенностями восприятия света человеком. У индукционных ламп показатель plm/W является одним из самых высоких, а значит, они более подходят для качественного освещения.

Таким образом, индукционная лампа, благодаря длительному сроку службы и хорошим светотехническим характеристикам и несмотря на более высокую цену, может успешно заменять лампы ДРЛ, ДНАТ, дневного света и МГЛ малой и средней мощности.

Мы живём в мире света и созданных им изображений. Сегодня электрический свет определяет качество нашей жизни и комфортность состояния человека. Искусство освещения пытаются постигнуть миллионы людей, обустроявая своё жилище и рабочее место. Свет является естественным условием жизнедеятельности человека, играю-

щим важную роль в сохранении здоровья и высокой работоспособности. С точки зрения безопасности труда, зрительная способность и зрительный комфорт чрезвычайно важны. Свет создаёт нормальные условия для трудовой деятельности. Неудовлетворительная освещённость на рабочем месте или в рабочей зоне может являться причиной снижения производительности и качества труда, получения травм.

Подавляющее большинство работ, производимых на промышленных предприятиях, осуществляется под контролем зрения: наблюдение за ходом процесса, за работой механизмов и аппаратов, проведение разнообразных операций немыслимы без участия зрения. Напряжение органа зрения и работоспособность зависят от характера выполняемой работы и от степени и качества освещения на рабочем месте и участке в целом.

Нарушения зрения, связанные с недостатками системы освещения, являются обычным явлением. Недостаточное освещение вызывает зрительный дискомфорт, выражающийся в ощущении неудобства или напряжённости. Длительное пребывание в условиях зрительного дискомфорта приводит к отвлечению внимания, уменьшению сосредоточенности, зрительному и общему утомлению.

Кроме создания зрительного комфорта, свет оказывает на человека психологическое, физиологическое и эстетическое воздействие. Свет – один из важнейших элементов организации пространства, главный посредник между человеком и окружающим его пространством.

Правильный выбор системы освещения должен обеспечивать оптимальные условия для зрительного комфорта. Наиболее важными факторами, о которых нужно постоянно помнить, являются следующие: тип лампы и система освещения, эффективность освещённости, спектральный состав света, срок службы и удобство эксплуатации.

Современные энергоэффективные системы освещения, базирующиеся на использовании индукционных ламп, позволяют успешно решить эту проблему. Лампы данного типа дают наиболее качественные показатели и на данный момент являются одним из перспективных источников света, максимально обеспечивающим зрительный комфорт.

Результаты расчёта освещённости помещения с помощью программы DIALux

Светильник	Потребляемая мощность, Вт	$E_{\min}/E_{\text{ср}}$	$E_{\min}/E_{\text{max}}$	Удельная подсоединённая мощность, Вт/м ²
HBT400M	2400	0,492	0,358	24
03-002	900	0,555	0,407	9

В основе работы индукционной лампы лежит уникальный принцип светогенерирования, базирующийся на явлении электромагнитной индукции и газовом разряде для излучения света, что позволяет производить лампы со светоотдачей свыше 80 лм/Вт; в перспективе этот параметр может достичь значения 300...400 лм/Вт.

За счёт превосходной светоотдачи индукционные лампы при одинаковой освещённости потребляют в два раза меньше электроэнергии, чем натриевые лампы (ДНАТ), в три раза меньше, чем ртутные (ДРЛ), в 10 раз – чем лампы накаливания.

Кроме того, индукционные лампы обеспечивают высокий уровень светового потока при длительном использовании – более 80% от первоначального после 60 000 ч работы.

Известно, что свет и цвет влияют на производительность труда и на психофизиологическое состояние человека, например:

- красный повышает внутреннюю энергию, способствует активизации кровотока, нормализации кровообращения и обмена веществ.
- жёлтый повышает концентрацию внимания, улучшает настроение и память. Его влияние очень благотворно при нарушениях работы печени;
- зелёный способствует ритмичной работе сердца, отдыху глаз, оказывает умеренное противовоспалительное и противоаллергическое действие, полезен при сниженной функции почек, головокружении, нервозности;
- синий помогает при бессоннице, вызывает ощущение комфорта и покоя, снимает напряжение, снижает артериальное давление, успокаивает дыхание и др.

Комбинация освещения, контраст яркостей, цвет света, цветовосприятие являются элементами, определяющими цветовой климат и зрительный комфорт.

Для оценки качества освещения и комфорта используются такие параметры, как индекс цветопередачи и коррелированная цветовая температура, определяющие, насколько искусственное ламповое освещение соответствует естественному свету. Поскольку осветительная индустрия предоставляет разнообразные типы и оттенки света, простое измерение светового потока является не вполне

адекватным, чтобы представить, как человек будет видеть при том или ином освещении. Хорошим примером выступает натриевая лампа, которая имеет достаточно высокое значение светового потока, но лишь только два цвета (жёлтый и серый). При таком освещении исключается возможность рассмотреть детали объектов, помимо их общей формы.

Если рассматривать в этом аспекте индукционные лампы, то можно отметить, что они имеют широкий диапазон цветовых температур – 2700...6500 К – от тёплого белого до дневного света, мягкий и естественный излучаемый свет; стабильность светового потока при различных температурах окружающей среды. Широкий спектр позволяет человеческому глазу воспринимать свет данных ламп так же, как и природный естественный свет.

Индекс цветопередачи показывает, насколько естественно выглядит окружающее пространство в свете данной лампы. За эталон качества освещения принят солнечный свет ($R_a = 100$) и близкий к нему по этому параметру свет лампы накаливания ($R_a \approx 97...99$). По общепринятой классификации значение индекса цветопередачи для индукционных ламп ($R_a > 80$) благоприятно сказывается на восприятии оттенков цветов.

Использование разных по химическому составу люминофоров позволяет создавать индукционные лампы, излучающие свет различного цвета (красный, синий, зелёный и др.), что может благоприятно влиять на психофизиологическое состояние человека.

Одним из факторов, влияющих на зрительный комфорт, является отсутствие пульсаций и стробоскопического эффекта. Пульсации освещённости обусловлены малой инерционностью излучения газоразрядных ламп. Световой поток разрядных источников света при питании током промышленной частоты пульсирует с частотой, кратной частоте питающей сети.

Пульсация светового потока зрительно не воспринимается, так как частота пульсации превышает критическую частоту слияния мельканий, но неблагоприятно влияет на биологическую активность мозга, вызывая повышенную утомляемость и снижая работоспособность: появляется напряжение в глазах, повышается усталость, труднее сосредото-

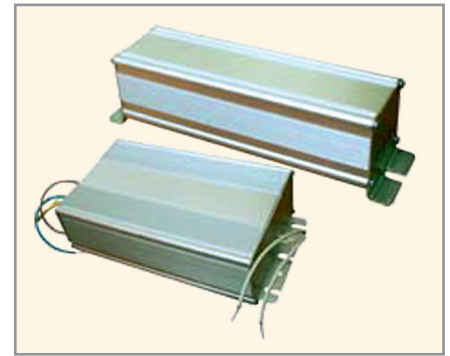


Рис. 4. Внешний вид электронных балластов для индукционных ламп

ваться на сложной работе, ухудшается память, чаще возникает головная боль.

Особенно опасна пульсация света при наличии в поле зрения человека движущихся или вращающихся объектов, так как в этом случае может возникнуть стробоскопический эффект, что создаёт повышенную опасность травматизма.

Предмет, вращающийся или колеблющийся с частотой, равной или кратной частоте мерцания люминесцентных ламп с электромагнитным балластом, будет казаться неподвижным.

Для работы индукционной лампы используется качественный электронный балласт, вырабатывающий высокочастотный ток с рабочей частотой от 190 до 250 кГц, что исключает возникновение пульсаций и стробоскопического эффекта, способствует созданию комфортных условий на рабочем месте. Внешний вид электронного балласта представлен на рис. 4.

Большое значение для обеспечения комфортного освещения имеет периодическое обслуживание осветительной установки. Его целью является предупреждение старения ламп и уменьшение концентрации пыли на светильниках, так как это приводит к постоянной потере света. По этой причине важно выбирать лампы и системы освещения с учётом их удобства в обслуживании.

В отличие от других источников света, индукционные лампы имеют длительный срок службы, который может составлять 120 000 ч, что уменьшает затраты на обслуживание осветительной установки.

Мгновенный запуск индукционной лампы минимизирует потери электричества, позволяет оптимально использовать систему освещения. Это даёт



Рис. 5. Светильник на базе индукционной лампы мощностью 80 Вт



Рис. 6. Светильник на базе индукционной лампы мощностью 150 Вт

возможность построения системы освещения с применением датчиков движения, что позволяет экономить электроэнергию. Для сравнения отметим, что для выхода на режим натриевых (ДНАТ) и ртутных (ДРЛ) ламп требуется определённое время (5...15 мин), и в разогретом состоянии данные типы ламп не включаются.

В дополнение можно отметить, что у индукционных ламп отсутствует зависимость срока службы ламп от количества циклов включения/выключения.

Благодаря электромагнитной индукции достигаются великолепные результаты – сниженный уровень тепловыделения (в рабочем состоянии температура индукционной лампы не превышает 80°C) делает данные светильники идеальным устройством для освещения внутри помещения, а также сокращает затраты на кондиционирование воздуха (рис. 5 и 6).

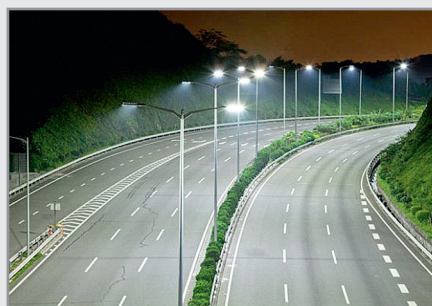
Таким образом, индукционное освещение в целом прошло строгий контроль и тестирование и в настоящее время рекомендовано для использования в различных сферах человеческой деятельности. При правильной установке квалифицированным персоналом индукционные лампы безопасны, энергоэффективны и являются хорошей альтернативой традиционным системам комфортного освещения.



Новости мира News of the World

Создано первое в истории шоссе, освещённое светодиодами

В последнее время светодиодные источники света становятся всё более востребованными в различных областях. Данная технология имеет массу преимуществ, в числе которых – большой срок службы, дешевизна и экономичность. Совсем недавно технология покорила новые горизонты.



Компания Cree, специализирующаяся на производстве решений для светодиодного освещения, объявила о том, что совместно с китайскими компаниями завершён проект по созданию шоссе, полностью освещённого светодиодами.

Данный проект является первым не только в Китае, но и во всём мире. В ходе работ было использовано более миллиона светодиодных ламп производства Cree, которые установлены на более чем 10 тыс. мачт. Они установлены не только под открытым небом, но и внутри тоннеля, через который проходит шоссе. Длина шоссе при этом превышает 120 км. При строительстве использованы лампы мощностью 270 и 300 Вт. Они позволяют сэкономить до 60% электроэнергии.

<http://www.slashgear.com/>

STMicroelectronics и MIT разработали SoC-чип с ультранизким энергопотреблением

Совместная разработка Массачусетского технологического института (Massachusetts Institute of Technology, MIT) и компании STMicroelectronics потребляет всего 10,2 пикоджоулей за такт при напряжении 0,54 В. Это 32-разрядная масштабируемая SoC (System-on-Chip, «система на чипе»), выполненная на 65-нм техпроцессе. Чип оснащён тактовым генератором, аналого-цифровым преобразователем и набором периферийных устройств, таких как таймеры и последовательные интерфейсы. Примечательно, что встроенная SRAM сохраняет работоспособность при напряжении 0,4 В.

Достичь столь низкого энергопотребления удалось за счёт уникальных архитектурных и схемотехнических решений, предложенных лабораторией микросистемных технологий (Microsystems Technology Laboratories, MTL) из MIT. Разработчики считают, что полученный результат является собой существенный прорыв в создании бесконтактных сенсорных систем, особенно таких как имплантируемые медико-биологические системы.

<http://www.st.com/>

Samsung превратит оконные стёкла в LED-светильники

Компания Samsung активно интересуется самыми передовыми технологиями и время от времени хвастается прототипами гибких и прозрачных электронных компонентов. Причём это касается не только популярной электроники вроде смартфонов и мобильных компьютеров, но и бытовых приборов. Так, специалисты Института перспективных технологий Samsung разработали технологию нанесения «монокристаллического нитрида галлия на аморфную стеклянную подложку».



Это означает, что в перспективе Samsung сможет производить гигантские светодиоды, способные светиться в тёмное время суток и оставаться полностью прозрачными днём. Изготовленные таким образом оконные стекла вечером и ночью смогут выступать в качестве полноценных крупноформатных светильников. Разработчики заявили также, что крупный формат кристаллов позволяет существенно снижать цены в сравнении с обычными светодиодами, которые производятся на дорогих сапфировых, а не дешёвых стеклянных подложках. Это вполне возможно, поскольку традиционные LED редко бывают крупнее 5 см, здесь габариты в 400 раз больше.

Вот только ждать появления этой технологии на рынке придётся ещё долго. Представитель Samsung сказал, что «через десять лет оконные стёкла станут также светильниками и экранами дисплеев,

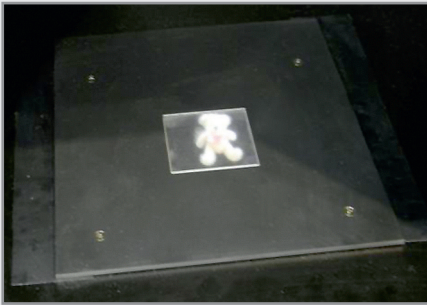
Новости мира News of the World Новости мира

которые придадут зданиям индивидуальности», так что здесь революция наступит только в 2020 г. А до того окна останутся теми же, какими они были сто и двести лет назад.

<http://www.engadget.com/>

Дисплей с голографическим эффектом от Stanley Electric

В рамках выставки электроники CEATEC 2011 компания Stanley Electric представила дисплей, создающий голографическое изображение в воздухе. Совместная разработка компании и японского Национального института информационных и коммуникационных технологий (NICT) использует слой микрзеркал, которые отражают изображение на обычном дисплее и формируют некое подобие голограммы.



По сути это та же картинка с дисплея, но только висающая в воздухе над экраном, причём высотой «парения» можно управлять. Областью применения технологии, по мыслям создателей, станут игровые консоли и автомобильная промышленность. Впрочем, до коммерческого использования технологии пока далеко.

Получаемая «картинка» плавающего в воздухе изображения выглядит слишком бледно, а угол обзора составляет всего 20°. Представитель Stanley Electric сообщил, что в компании работают над улучшением отражательной способности микрзеркал и повышением яркости дисплея.

<http://techon.nikkeibp.co.jp/>

Создан компактный источник терагерцового излучения

Исследователи из Северо-западного университета (США) разработали простой способ создания одночипового генератора терагерцового излучения. Это изобретение позволит создавать компактные детекторы для быстрого досмотра в аэропортах, радары для охраны границ, высокочувствительные датчики биологических и химических агентов, совершенное оборудование для сельского хозяйства и астрономии.

Терагерцовое излучение (диапазон длин волн 30...300 мкм) способно проникать сквозь бумагу, одежду, картон, пластик и многие другие материалы без вредного побочного воздействия рентгеновского излучения. И хотя безопасность терагерцового излучения ставится некоторыми учёными под сомнение, широкое внедрение нового типа детекторов, судя по всему, не за горами, поскольку это один из немногих эффективных способов обнаружения металлов, керамики и взрывчатки.

До сих пор было очень сложно создать когерентный терагерцовый луч. Современные источники терагерцового излучения представляют собой большие, многокомпонентные системы, которые требуют сложной вакуумной электроники, внешних лазеров и криогенного охлаждения.

Одним из возможных способов решения этой проблемы является смешивание двух инфракрасных лазерных лучей в одном полупроводниковом кристалле при условии большой нелинейности. Нелинейность позволяет создавать новые фотоны терагерцового излучения в рамках одного чипа, при этом их энергия равна разности энергий инфракрасных лазеров. Кроме того, каскадный ИК-лазер на основе квантовых технологий способен работать при комнатной температуре, что является очень важным для создания компактных и дешёвых детекторов.

Учёным из Северо-западного университета удалось за счёт увеличения мощности и повышения качества инфракрасного излучения поднять мощность терагерцового излучения до 10 мВт. Кроме того, исследователи включили в резонатор лазера двухволновую дифракционную решётку, что позволило создать терагерцовый луч в узком диапазоне вблизи 4 ТГц.

Окрылённые успехом, в настоящее время учёные работают над повышением мощности терагерцового излучения до уровня в милливатты.

<http://rnd.cnews.ru>

Программное обеспечение проектирования печатных плат Eagle, версия 6

Компания CadSoft объявила о выходе версии 6 программного обеспечения проектирования печатных плат Eagle. Кроме этого, имеется бесплатный апгрейд для клиентов, которые приобретают версию 5 с текущего момента до выпуска новой версии. Программное обеспечение проектирования

печатных плат в версии 6.0 базируется на XML-структуре данных.

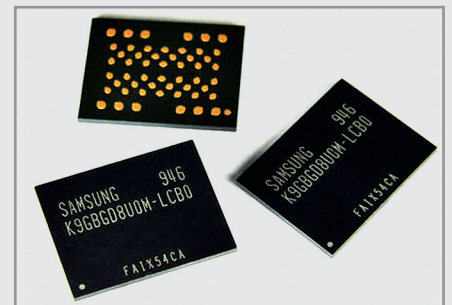
Пользователи могут, например, писать скрипты, чтобы работать с проектами в формате Eagle. Упрощаются изменения, импорт данных из других проектов и конвертирование форматов. Программное обеспечение проектирования печатных плат Eagle фирмы CadSoft можно получить также через element14 компании Premier Farnell.

Версии Eagle содержат DesignLink, автоматическое соединение между Eagle и банками компонентов Premier Farnell. Для бесплатного скачивания предоставляется тест-версия Eagle.

www.cadsoft.de

В отрасли флэш-памяти наметилась стабилизация цен

В октябре на рынках NAND- и DRAM-микросхем наметилась тенденция к улучшению ситуации. Как мы уже отмечали, цены на оперативную память в первой половине месяца стали стабильнее. Согласно аналитикам из DRAmEXchange, контрактные цены на чипы MLC NAND также были стабильными благодаря спросу, вызванному запуском новых мобильных устройств.



В настоящее время многие производители устройств и дистрибьюторы наполняют свои склады чипами флэш-памяти. Они находятся на стадии подготовки к праздничному сезону. По мнению аналитиков, стабильный спрос продержится вплоть до начала ноября. Хорошим стимулом для рынка стало появление новых смартфонов и сверхтонких устройств.

В первой половине октября средние цены на 16- и 32-Гбит чипы MLC NAND составили \$2,83 и \$3,85 соответственно, а рост – 1,8 и 0,8%. А вот 64-Гбит микросхемы подешевели на 1% – до \$6,66.

Аналитики прогнозируют очередное падение цен после ноября в связи с традиционным снижением спроса в отрасли в этот период.

<http://www.digitimes.com/>