

Олег Зотин | o\_zotin@mail.ru

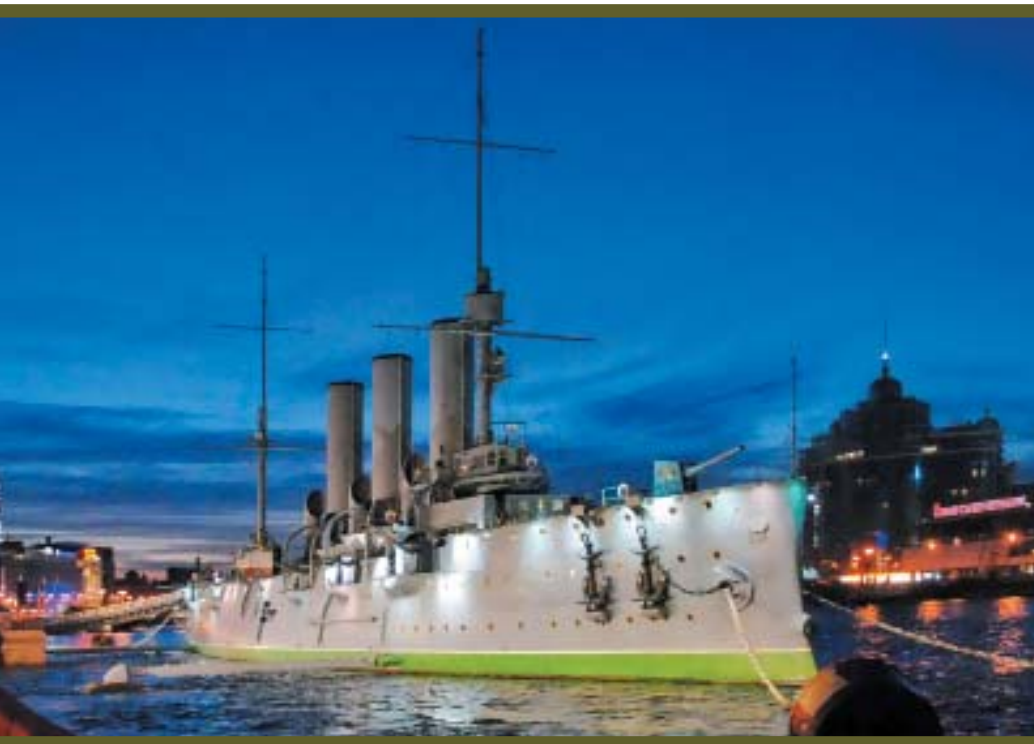
Продолжение. Начало в №1'2015

# Некоторые особенности VI светотехнической революции в наружном освещении

## Часть 3

*Разве для того зажжен светильник, чтобы скрывать его?  
Нет, светильник зажжен для того, чтобы всем было видно,  
чтобы все двигались при его свете.*  
**Н. В. Гоголь. Рим**

➔ Продолжаем выявление особенностей VI светотехнической революции. Переходим к определению ее конкретных черт и возможных модификаций, а также к обсуждению движущих сил и организационных вопросов.



### Предисловие

*Поначалу любая оригинальная теория признается абсурдной, затем — верной, потом — самоочевидной и малозначительной и, наконец, столь важной и самобытной, что бывшие критики присваивают ее себе.*  
**Уильям Джеймс**

Проведенный анализ закономерностей эволюционно-революционного развития наружного освещения (НО) привел нас к пониманию необходимости дальнейшего его прогресса уже в виде инновационной технологии интеллектуального НО (ИНО), что и должно составить содержание VI светотехнической революции. Эта концепция за последние годы проделала тернистый путь от едва ли не абсурдной идеи до почти самоочевидной парадигмы (от греч. παράδειγμα — пример, модель, образец), которая теперь, казалось бы, уже сама пробьет себе дорогу, без какого-либо объединения усилий разработчиков, предпринимателей, чиновников и эксплуатационников. Первоначально представлялось, что достаточно будет только установить правила на саморазвивающемся рынке услуг по разработке интеллектуальных систем освещения, и через сравнительно небольшое время в рамках свободной конкуренции будет получен искомый результат: родится полноценная технология ИНО, которая и определит все детали развития городского освещения на ближайшие десятилетия.

В действительности же дело обстоит несколько сложнее. В условиях ограниченных ресурсов и перемежающихся экономических кризисов никто не берет за установление правил, а большинство участников описываемого процесса следуют модным трендам, которые определяются маркетинговыми усилиями ведущих мировых производителей. Ну, а если, по их мнению, инновационная концепция не может сулить получения быстрой прибыли, то она будет обречена, в лучшем случае, на признание ее в целом верной теорией, но совершенно нецелесообразной для вкладывания в ее раскрытие серьезных средств.

Не умаляя важности этих пессимистических рассуждений, отметим, что технология ИНО, вообще говоря, уже имеет некоторую предысторию, с нее и продолжим наш анализ.

## Предыстория ИНО

*Будущее перестает казаться линейным продолжением прошлого.*

*То, что работало вчера, не всегда справляется с задачами дня нынешнего и уже очевидно будет неприменимо для решения завтрашних проблем. [1]*

Первые попытки создания прообраза технологии, которую мы условились называть ИНО, относятся ко времени господства «натриевой» технологии освещения. Развитие полупроводниковой электроники позволило в 1990-х годах разработать достаточно надежные управляемые электронные пускорегулирующие устройства (ЭПРА) для натриевых ламп высокого давления (НЛВД). Незадолго до этого появились первые компьютеризированные системы управления городским освещением (такие как «АВРОРА»). В это время казалось, что для создания технологии «умного» управления городским освещением будет достаточно миниатюризировать аппаратуру передачи информации по линиям электропередачи (Power Line Communication, PLC), встроить ее в светильники и пункты питания (ПП) линий освещения, и появится технология ИНО, которая завоюет весь мир. Известно, что первые опыты успешного использования PLC проводились еще на заре развития энергетики в сетях постоянного напряжения, а к концу XX в. эта технология стала уже стандартной для передачи информации между подстанциями по высоковольтным трехфазным линиям электропередачи. После появления в середине 1990-х первых полупроводниковых микросхем PLC технология управления светильниками ИНО действительно начала развиваться и получила реализацию в некотором количестве зарубежных пилотных проектов и даже была внедрена в одной из североамериканских столиц. Однако она не смогла выйти на уровень основной технологии ИНО. По всей видимости, экономические показатели ряда крупных проектов не в полной мере удовлетворили инициаторов внедрения этих систем. Так, сроки окупаемости, по некоторым отчетам, не преследовавшим рекламные цели, были обозначены на уровне 7–11 лет, что вызвало законные сомнения в целесообразности массового использования этой технологии.

Тем не менее в ряде отечественных городов предпринимаются попытки внедрения таких технологий, при этом, по разным причинам, к предшествующему зарубежному

опыту не относятся с должным вниманием и критикой (возможно, из-за недостаточной информированности).

## Некоторые особенности первых шагов ИНО

*В действительности решающим является чисто экономический фактор, при этом надо иметь мужество пожертвовать немедленным успехом ради более важных целей.*

**Ф. Энгельс**

Появившаяся в нулевых годах XXI в. светодиодная (СД), а точнее, полупроводниковая технология ИНО получила ряд уже описанных преимуществ по отношению к технологии НЛВД (см. первую часть настоящей статьи). Поскольку эти дополнительные преимущества наиболее полно проявляются при управлении (чему была посвящена вторая часть статьи), то на первый план стала выходить задача построения ИНО на «умных» светодиодных светильниках.

В связи с этим чрезвычайно важно, основываясь на предыдущем опыте, провести анализ особенностей внедрения систем с интеллектуальным натриевым освещением, выявить все возможные и даже, на первый взгляд, невозможные резервы повышения эффективности технологии ИНО, определить основные целевые показатели, после чего можно будет приступить к синтезу технологии светодиодного ИНО.

Ключевым вопросом, очевидно, следует считать определение критерия выгоды от внедрения технологии ИНО. Именно от этого (в наибольшей степени) зависит успех новой технологии, за который следует однозначно принимать выход ее на уровень основной технологии ИНО.

В современных условиях под выгодой от внедрения инновационной технологии по умолчанию понимается максимально быстрый возврат инвестиций. При таком подходе наблюдается производство большого количества продукции различного качества в рамках декларированного модного отраслевого тренда, причем считается обязательным определением долговременной стратегии развития и задание связанного с ней необходимого технического уровня. Появляются разнообразные управляемые светильники во множестве пилотных проектов систем ИНО, совершенно несовместимых друг с другом. Такой разнобой наблюдается даже в рамках известной североамериканской

концепции так называемого твердотельного освещения (Solid State Lighting, SSL). Ярким примером аналогичного подхода являются многочисленные светодиодные ретрофиты, которые стали появляться на наших уличных просторах. Предпринимаемые попытки ведения работ в рамках энерго-сервисных контрактов (согласно ФЗ № 261), по всей видимости, также не смогут обеспечить должного направления работ, поскольку повышение эффективности в рамках излагаемой концепции ИНО достигается, во многом, не за счет экономии топливно-энергетических ресурсов. Кроме этого, в бюджетной сфере не существует механизма финансирования энергосберегающих мероприятий, связанных с инновационными разработками, а у отечественных банков есть существенные ограничения по срокам кредитования энерго-сервисных контрактов.

Возникают серьезные опасения, что при таком раскладе событий с большой долей вероятности могут быть упущены «долгоиграющие» качества технологии ИНО инновационного характера, которые дали бы ей преимущества на длинной дистанции разработки, внедрения и эксплуатации.

В [2, 3] в качестве критерия сравнительной оценки технологий была предложена расчетная величина совокупной стоимости владения (Total Cost of Ownership, TCO) системы ИНО за время эксплуатации до капитального ремонта. В упрощенном варианте возможно сравнение конкурирующих вариантов по чистому дисконтированному доходу (ЧДД). В рамках этого критерия было предложено учитывать суммарные расходы на внедрение, эксплуатацию и даже утилизацию системы ИНО, то есть речь шла о практическом решении задачи управления жизненным циклом сложной технической системы [4]. Такой подход в условиях планируемого дотирования расходов на ИНО из городских бюджетов следует признать наиболее целесообразным и даже единственно верным.

В качестве дополнения к изложенному предложению весьма полезно учесть и расходы будущих периодов, включая часть возможных затрат на проведение последующих модернизаций. К примеру, поскольку анализ, проведенный в [3], показал, что в ИНО неизбежен переход на сети электроснабжения постоянного напряжения, возникает вопрос о дальнейших шагах его развития. Такой вопрос закономерно было бы сформулировать следующим образом: немедленно ли надо шагнуть на следующую ступеньку развития или лучше набраться опыта и отложить это

восхождение на неопределенное будущее? Исследуя эту проблему, следует обратить особое внимание на то, что начавшаяся революция, как уже было отмечено во второй части статьи, скорее всего, будет последней в череде больших светотехнических революций ИНО. Основная причина тому — приближение к пределу теоретической энергоэффективности источников света. Именно поэтому необходим тщательнейший выбор ближайших шагов развития, который не затребовал бы дополнительных существенных затрат на структурные перестройки при дальнейших модернизациях ИНО. Предварительные расчеты, результаты которых приведены в [3], показывают, что есть прямая экономическая целесообразность в том, чтобы не откладывать переход на электропитание постоянным напряжением на следующую гипотетическую модернизацию, а осуществить его одновременно с переходом на СД-освещение.

Таким образом, есть серьезные предпосылки к тому, что технология ИНО станет базовой платформой следующего технологического уклада в городском освещении, и это не только даст существенный прирост качественных показателей собственно ИНО, но и преобразует технологию его обслуживания.

### Некоторые резервы повышения эффективности ИНО

*Недостаточно знать высоту грот-мачты, чтобы вычислить возраст капитана.*

**Анри Пуанкаре, ин. член-корр. СПБАН (1895)**

О возможных резервах повышения эффективности ИНО было сказано уже довольно много в [3]. Ограничимся здесь перечислением и кратким описанием возможных его инновационных качеств.

Повышение энергоэффективности источника света в ИНО, как уже неоднократно было показано, тесно связано не только с увеличением светоотдачи, но и с управлением яркостью, что ведет нас непосредственно к необходимости создания сети управляемых светильников, энергоэффективность которой может превысить эффективность неуправляемой сети ИНО в полтора-два раза.

Управление светильниками оптимальным способом может быть реализовано по одной из PLC-технологий. Наиболее предпочтительным вариантом в условиях ИНО следует

считать ячеистую сеть (Mesh-сеть) управления светильниками с PLC-каналом. Немаловажно, что такая организация сети естественным образом обеспечивает максимально затрудненный физический доступ для постороннего вмешательства.

Многолетний опыт эксплуатации в Санкт-Петербурге автоматизированной системы управления (АСУ) ИНО «АВРОРА» с PLC-каналами связи между ПП показал реализуемость этого варианта управления и высветил ряд вопросов, нуждающихся в проработке при внедрении ИНО. Одним из них является необходимость миниатюризации PLC-модемов с уменьшением их мощности.

Отметим, что в некоторых зарубежных системах ИНО в PLC-технологиях применяется дополнительная радиосвязь между каскадами освещения, что можно признать допустимым лишь для обеспечения прохождения диагностической информации, но не для управляющих команд.

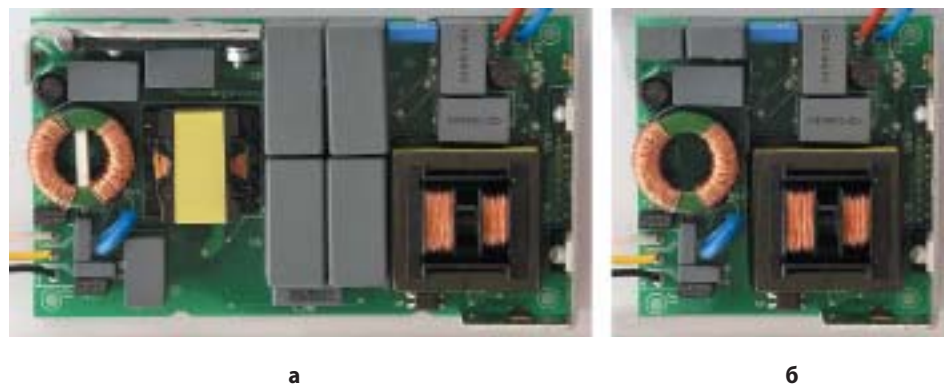
Необходимо также отметить, что каналы связи должны иметь достаточно большую пропускную способность, а также физическую и криптографическую защиту от возможных кибератак, поскольку системы интеллектуального управления в энергетике и городском хозяйстве, как было отмечено в [5], являются весьма привлекательными мишенями для деятельности различного рода хакеров. Связь с верхним уровнем управления (диспетчерской ИНО) необходимо обеспечить широкополосным резервируемым каналом связи, который в современных городских условиях возможно осуществить по волоконно-оптическим линиям.

Диагностика состояния светильников в такой ИНО становится совершенно необходимой не только для проверки прохождения и исполнения команд, но и для контроля состояния драйверов светильников

и собственно источников света. Обобщенные данные диагностики могут дать важную информацию о работе ИНО. Так, например, такой известный показатель, как «процент горения», высчитанный по каждому каскаду, микрорайону, району обслуживания и городскому ИНО, в целом может стать важной интегральной оценкой деятельности организации, эксплуатирующей ИНО, ее районных подразделений, технических служб и даже отдельных специалистов и руководителей.

Электропитание системы ИНО, как было показано в [2] и [3], оптимально выполнять постоянным биполярным напряжением. Такая реализация позволит избавиться в драйверах СД-светильников сразу от двух из трех преобразований напряжения (а именно — от выпрямления и коррекции коэффициента мощности), что существенно уменьшает их габариты (рис. 1). Кроме того, уменьшается как количество проводов в сети освещения (с четырех до трех), так и их сечение. Существенно упрощается также построение PLC ввиду лучшей электромагнитной совместимости (из-за уменьшения уровня помех и устранения так называемых «косинусных» конденсаторов), а также снижения требуемой мощности передатчиков. При этом возможно и увеличение пропускной способности PLC-канала связи, что чрезвычайно важно для построения Mesh-сети.

Надежность и живучесть оборудования ИНО имеет чрезвычайно большое значение не только из-за колоссального количества светильников (так, в Санкт-Петербурге их более 150 тыс. шт.), но и ввиду их труднодоступного расположения — на 8-, 12- и даже 20-метровых опорах. При наработке на отказ в 150 тыс. ч (что для СД-светильника кажется вполне приличной цифрой) мы получим один отказ светильника в час, что соответствует  $\approx 8000$  отказов в течение года. При таком потоке



**Рис. 1.** Драйверы светодиодных светильников мощностью 150 Вт: а) неуправляемый драйвер для сети переменного тока; б) управляемый по PLC драйвер для сети постоянного тока

отказов необходимо будет содержать специальную ремонтную службу. В связи с этим важно не только существенное повышение надежности, которое может быть достигнуто при переходе на питание светильников от постоянного напряжения, но также важно использование резервов повышения живучести и повышения ремонтпригодности светильников и ПП сетей освещения. Известно, что даже простейшим резервированием можно существенно улучшить показатели живучести драйверов и СД-светильников. Необходимо также применять методы повышения ремонтпригодности и уменьшения трудоемкости обслуживания, включая модульное построение оборудования и программного обеспечения (ПО), автоматизированные методы нахождения неисправностей и планирования ремонтно-восстановительных работ, дистанционную загрузку ПО и т. д. Вообще говоря, на всех уровнях ИНО требуется выработать и соблюдать определенные требования по надежности, живучести и ремонтпригодности оборудования.

Исторический опыт, подтверждаемый нашим анализом, подсказывает, что, по всей видимости, в ИНО не произойдет «полной и окончательной победы» СД-освещения над натриевым. Существующая основная технология ИНО пока еще не исчерпала всех резервов развития, среди которых достойны упоминания зеркальные и двухгорелочные НЛВД, упрощение ЭПРА при питании постоянным напряжением, повышение живучести светильников и т. п. Есть также возможность увеличения диапазона и энергоэффективности НЛВД при регулировании. Таким образом, при разработке технологии ИНО необходимо предполагать использование не только СД-светильников, но и светильников других известных и даже еще неизвестных типов.

### Некоторые детали управления ИНО

*Многие люди думают, будто они мыслят, тогда как на самом деле они всего лишь расставляют старые предрассудки в новом порядке.*

*Уильям Джеймс*

Задачи управления необходимо трактовать, полагаясь не столько на проработку возможностей ИНО как вновь создаваемого направления, сколько на богатый опыт, приобретенный организациями, много лет

эксплуатирующими АСУ ИНО. По результатам анализа этого опыта формируются конкретные требования к ИНО и, зачастую, возникают нестандартные и/или нетрадиционные решения отдельных, казалось бы, давно разрешенных или вообще никогда ранее не стоявших задач.

На первый взгляд, управление городским освещением не требует никакой детализации. Солнце заходит, становится темно, и можно включить свет, например по датчику освещенности. Однако, как показала отечественная практика, такой прямолинейный подход приводит к ненадежности включения освещения ввиду затруднительности точного измерения освещенности в реальных городских условиях с наличием снега, пыли, паразитной засветки и пр. Основным способом управления включением/отключением наружного освещения признается диспетчерское управление, обеспечивающее одновременность включения света в городе. Резервным вариантом может служить управление по астрономическим часам в каждом ПП, что актуально при потере с ним связи. Размещение фотодатчиков наружной освещенности на каждом светильнике, часто практикуемое в зарубежных системах ИНО, излишне затратно, ненадежно, а в российских условиях и нецелесообразно. При этом в ряде ситуаций может быть оправдано использование диспетчером информации от нескольких датчиков освещенности, размещенных на ПП в разных эксплуатационных районах. Например, в случае наступления на город мощного облачного фронта возможна корректировка момента общего включения ИНО и/или осуществление постепенного позонного включения освещения города.

Управление по изменению интенсивности движения транспорта может существенно повысить энергоэффективность сети освещения. Внедрение оговоренного в отечественных нормативных документах диммирования светильников на 30 и 50%, при уменьшении интенсивности движения транспорта в три и пять раз относительно номинальной, позволяет повысить энергоэффективность сети ИНО до полутора раз и более. Такое управление требует применения датчиков интенсивности движения транспорта. В упрощенном варианте возможно программное управление по заранее набранной статистике, хотя в ряде случаев это может дать существенную погрешность.

Технология спутниковой навигации, как бы это ни казалось на первый взгляд странным, не только обсуждается, но и уже повсюду применяется в ИНО. В одной из зарубежных систем для автоматизации привязки положения светильников к карте города используются встроенные в них GPS-чипы. Поскольку эта операция является актуальной на момент монтажа сети освещения или при замене светильников, то более рациональным представляется использование внешнего приемника глобальной навигационной системы, встроенного в переносной сканер. Этот сканер может считывать двумерный идентификационный матричный код (matrix code) светильника и передавать собранные данные и географические координаты по сотовой связи в диспетчерскую. Такой метод заполнения базы данных уличной сети ИНО следует признать наиболее технологичным. Очевидно, что аналогичный учет будет полезно ввести и на все остальное оборудование географически распределенной системы ИНО, включая опоры освещения, ПП и другие объекты.

Диагностический контроль работы светильников необходим обслуживающей организации для оперативного контроля важнейшего эксплуатационного параметра — процента горения. При наличии резервирования электроники светильника актуальной станет и диагностика каждого из дублированных каналов. Как уже отмечалось, такая диагностика позволит осуществить гибкое планирование и нормирование ремонта, объективный контроль достижения требуемых показателей и поощрение обслуживающего персонала.

Тесным образом к вопросу ремонта, поддержания сети освещения в рабочем состоянии и контроля процента горения примыкает на первый взгляд не относящаяся к компетенции ИНО проблема уязвимости опор освещения в дорожно-транспортных происшествиях (рис. 2). Однако, при наличии в каждом светильнике соответствующего датчика (акселерометра), возможна фиксация таких происшествий, организация оперативного выезда ремонтных бригад и объективный диспетчерский контроль ремонта, включая контроль факта полного восстановления освещения. В действительности с помощью такого, относительно недорогого, датчика возможен контроль сохранения точного положения светильника даже при «незначительных» отклонениях от светотехнического проекта. Одно из таких

«отклонений», которое невозможно надежно зафиксировать никаким другим техническим средством ИНО, показано на рис. 2б. Аналогичный контроль может быть полезен и при креплении светильников на тросовом подвесе.

Таким образом, напрашивается реализация гибкого наращивания функций ИНО с подключением датчиков различного рода (акселерометров, датчиков движения, освещенности и пр.), для чего необходим соответствующий программный интерфейс с обеспечением автоматизированного конфигурирования сети ИНО.

Очевидно, что тотальный объективный контроль в ИНО для повышения эффективности должен сочетаться с многопользовательским интерфейсом, тогда получаемая информация будет оперативно и адресно доставляться всем задействованным ис-

полнителям и службам организации, отвечающей за эксплуатацию НО, включая диспетчерскую службу, технический отдел, службу подсветки, районные отделения и администрацию. В связи с этим весьма важными становятся функции ИНО, которые позволяют расширять возможности обслуживающего персонала. К ним можно отнести не только уже упомянутое автоматизированное заполнение и ведение баз данных оборудования, но и автоматическое ведение протокола событий по всей сети освещения, автоматизированное формирование отчетов, объективный контроль выполнения энергосберегающих мероприятий в НО, фиксация физических проникновений в ПП и пр. Автоматическое и оперативное доведение собранной информации непосредственно до исполнителей и руководителей приведет к тому, что система ИНО станет одной из важнейших частей организационного обеспечения предприятия.

В качестве примера еще одной полезной энергосберегающей функции ИНО следует отметить адресную корректировку светового потока каждого светильника с доведением освещенности дорожного покрытия до проектного значения, что может сэкономить еще до 10% электроэнергии [3] и несколько увеличить срок жизни светодиодных светильников. Для реализации этой процедуры необходимо осуществить операцию измерения освещенности с помощью передвижной светотехнической лаборатории и ввести необходимые адресные корректирующие коэффициенты в контроллеры драйверов управляемых светильников. Автоматизация этой операции позволит осуществлять нормализацию освещения улицы не только при сдаче новой линии освещения, но и после плановых чисток светильников.

Системы телеуправления НО, разработанные в середине XX в. (I поколение систем управления), позволяли осуществлять коммутацию городского освещения с контролем прохождения команд. Современные АСУ НО (II поколение) уже позволяют получать обширную диагностику с отображением конкретных данных о неисправностях в ПП НО, а также обеспечивают контроль энергопотребления. Очевидно, что система ИНО, реализующая энергосбережение и перечисленный выше набор продвинутых сервисов (с возможностью их дальнейшего наращивания), выходит на еще более высокий технический

уровень и будет представлять собой уже полноценное III поколение АСУ городским освещением.

## Возможные движущие силы VI светотехнической революции

*Кто скупо сеет, тот скупо и жнет,  
а кто сеет щедро, тот и жнет щедро.*  
**2 Кор.9:6**

Многие достижения ИТ последних лет были получены в результате искусственного подогревания и взращивания потребностей современных «продвинутых пользователей». Так, прогресс в быстродействии массово выпускаемых современных компьютеров во многом достигнут благодаря увлечениям геймеров, активно играющих в виртуальные «стрелялки», максимально приближенные к реальным военным действиям. Прогресс в сотовой телефонии и смартфонах предопределяется в большой степени любителями «селфи», мобильного Интернета и социальных сетей, а появлению гигантских телевизоров сверхвысокой четкости с изогнутыми экранами (curved UHD TV) человечество обязано соперникам «мыльных опер», детективов и ток-шоу, спортивным болельщикам и другим любителям развлекательного контента, не сходящим с мягких диванов. Древний принцип «каждому по потребностям» в современной трактовке стал мощнейшим двигателем технического прогресса.

В случае же реализации проекта ИНО опосредованность пользования городским освещением не позволяет рассчитывать на получение такой же активной поддержки от водителей и пешеходов, которые, казалось бы, должны быть кровно заинтересованы в повышении безопасности дорожного движения и уменьшении количества жертв в дорожно-транспортных и иных происшествиях.

Хорошо известно, что для решения сложных научно-технических и организационных проблем, требующих привлечения серьезных ресурсов, с середины XX в. достаточно широко использовались программы различного масштаба, подпитываемые общественным и/или государственным интересом. В дальнейшей ситуации начала существенно меняться. Так, с окончанием гонки вооружений замедлился прогресс в совершенствовании военной техники. В ряде гражданских



**Рис. 2.** Примеры повреждений опор освещения

программ социально значимые цели под благовидными предложениями стали подменяться интересами крупных корпораций. Даже наиболее продвинутое современное программы по развитию твердотельного освещения (SSL), активно продвигаемые Министерством энергетики США, имеют направленность не на получение наиболее «правильной» технологии, а на повышение эффективности возврата средств, инвестируемых основными участниками, что, по большому счету, вовсе не одно и то же.

В сложившихся в России обстоятельствах для запуска ИНО-инновации можно рассчитывать, с одной стороны, на активно продвигаемую идеологию импортозамещения, а с другой — на реальный интерес группы компаний, работающих на рынке ИНО и осознающих необходимость развития инновационной светодиодной технологии ИНО.

## Некоторые свойства ИНО как инновации

*...весьма часто мы не принимаем какой-либо истины не потому, чтобы вывод ее казался сам по себе сомнительным, а потому, что он противоречит другим нашим убеждениям, этому выводу собственно посторонним [6].*

По своей сути ИНО близка к так называемой подрывной инновации (disruptive innovation), определение которой впервые было дано Клейтоном М. Кристенсеном (Clayton M. Christensen) в [7]. По Кристенсену, «подрывная инновация открывает новый технологический цикл, новый цикл инновационного бизнеса, поскольку она... призвана полностью сменить устоявшуюся базовую технологию, кардинально подорвать рынок». При этом сами по себе подрывные инновации, как правило, не базируются на каких-либо открытиях, а представляют собой результат комбинации уже известных либо разрабатываемых технологий с добавлением к ним некоего оригинального элемента, увязывающего их в новую конфигурацию, которая и дает необходимый инновационный эффект. Очевидно, что в ИНО таким оригинальным элементом является питающая сеть постоянного напряжения, которая обеспечивает повышение надежности и уменьшение ресурсоемкости управле-

мой сети ИНО, упрощает реализацию PLC и в целом позволяет создать конфигурацию ИНО с существенными конкурентными преимуществами.

Из [1] известно, что инновации такого рода несут в себе черты так называемой закрывающей технологии, которая, по определению Сергея Давитая, является инновационной ресурсосберегающей категорией, сокращающей потребность не только в материальных и энергетических, но и в человеческих ресурсах. При этом переход на закрывающую технологию может приводить к существенному реформатированию кадрового состава и технической вооруженности отрасли без увеличения потребления ресурсов. Очевидно, что такая технология имеет мощный потенциал для участия в жестких конкурентных противоборствах.

В общем случае закрывающая технология представляет собой «технологический пакет, содержащий взаимосвязанную и взаимодействующую совокупность технологий, позволяющих получить конечный продукт, удовлетворяющий насущной потребности» [8], причем это «должно происходить на более высоком уровне, чем обеспечивается существующим технопакетом, то есть не только с меньшими затратами ресурсов, но и с блокировкой различного рода негативных последствий, свойственных предшествующей технологии».

Существует, однако, мнение [9], что закрывающие технологии невыгодны рыночной экономике и являются уделом постиндустриальных и доиндустриальных стран.

Действительно, ИНО, в таком виде, как описано в настоящей работе, является решением, удовлетворяющим потребностям, которые в явном виде еще не осознаны большинством потребителей (эксплуатационников). В то же время очевидно, что эти новые качества ИНО неизбежно будут востребованы в ближайшее время. Для ускорения процесса дальнейшего движения в выбранном направлении необходимо точно сформулировать стратегию развития и жестко структурировать разработку и производство составляющих этого проекта.

В то же время известно, что в рамках рыночной экономики достаточно большое количество проектов воплощалось совершенно не рыночными методами либо при существенном государственном

регулировании. Достаточно вспомнить проекты, разрабатывавшиеся в годы холодной войны главными стратегическими противниками (причем отнюдь не только в военных целях). Характерным примером такого подхода в новое время являются уже упоминавшиеся проекты твердотельного освещения (SSL) [10], которые получили солидную правительственную поддержку и широкое общественное признание.

В современной российской действительности приоритетом практически всех экономических субъектов также является максимизация прибыли. При этом, как было отмечено в [4], «отсутствие полноценного планирования с соответствующими полномочиями государственных органов управления пока не позволяет обеспечить согласованное развитие крупных инновационных проектов».

В то же время представляется, что вокруг концепции ИНО «АВРОРА+», согласованной по основным позициям с ГУП «Ленсвет», вполне реально создание кооперации предприятий Санкт-Петербурга, в рамках которой возможна успешная разработка и продвижение технологии ИНО. Действительно, в Санкт-Петербурге существует уникальная для нашей страны ситуация: во-первых, в эксплуатирующей организации (ГУП «Ленсвет») накоплен многолетний опыт работы с первой в России АСУ ИНО «АВРОРА»; во-вторых, два крупнейших отечественных производителя светодиодов и светодиодных светильников расположены в Санкт-Петербурге; в-третьих, разработчиками АСУ ИНО «АВРОРА» начато внедрение аппаратуры с элементами ИНО (т. е. АСУ ИНО III поколения), в которой учтены возможности интеллектуального управления светильниками; в-четвертых, в течение ряда лет успешно функционирует некоммерческое партнерство производителей светодиодов и систем на их основе (НП ПСС), имеющее наработки в продвижении светодиодных проектов. Базируясь на обширном опыте работ в избранном направлении, вполне реально создать региональную инвестиционную программу по развитию технологии ИНО с поддержкой ее на федеральном уровне.

Стратегия внедрения инновации типа ИНО близка к принципу стратегии непрямого действия ([11], стр. 606), которая часто соответствует правилам: «кто первый заметит» и «за одним бежит толпа». Такой подход «требует внимательного

отношения к происходящим в мире изменениям..., поскольку само развитие общества и экономики, по сути, рождает новые пространства для маневра. После успехом первого воспользуются и остальные, но он уже будет иметь значительное преимущество и выигрыш во времени».

### ИНО как составная часть III промышленной революции

*Революция похожа на велосипед — если не двигаться вперед, то падаешь.*  
**Че Гевара. Азбука революционера.**

Большое количество стратегических исследований последних лет пестрит предсказаниями III промышленной революции, переходом к VI технологическому укладу, к созданию «умных» городов, к экспансии информационных и нанотехнологий. Эти высказывания объединяет предчувствие грядущих коренных преобразований всех сфер жизни.

Как отмечается в [11], «предстоящий запуск в научном формате мышления проектов по преобразованию социальной и иной среды (городов и городской среды, территорий, инновационной системы, бизнеса и т. п.) должен привести в буквальном смысле к созданию «армий» инноваторов, «улучшателей городов» и т. п. Однако пока к этому можно относиться только как к недостижимой мечте».

Для реального воплощения ИНО целесообразно было бы создать сообщество компетентных производителей электронного и светотехнического оборудования, например в рамках региональной программы СЗФО. Разработку такой программы следует начать с основополагающих технических и организационных документов, которые закрепили бы выбор направления и создали открытую платформу для участия в создании технологии ИНО заинтересованных отечественных организаций и предприятий.

При разработке и воплощении программы создания ИНО придется учитывать, что «современная деятельность, хоть в политике, хоть в бизнесе, вообще плохо относится к философским основаниям и считает их излишними, что... характеризует ее не с лучшей стороны. Опять же, решительные действия и колоссальные результаты

нынче не в почете, большинство предпочитает теплое и комфортное «устойчивое развитие» (sustainable development)» [11]. Выполненные исследования показали, что эволюционно-революционное развитие ИНО за последние три столетия не знало ни одного мало-мальски значительного периода «устойчивого развития», чего не следует ожидать и в ближайшем будущем. Проведенный анализ череды, на первый взгляд, спонтанно возникающих светотехнических революций указывает нам на необходимость принятия продуманных решений, основанных на глубоком знании произошедшего и происходящего, а также требует взвешенного прогнозирования грядущих перемен с проведением ретроспективного и перспективного экономического анализа.

### Резюме

Подводя итоги, можно констатировать, что выявлена скрытая до последнего времени потребность в опережающем развитии технологии ИНО на динамично развивающемся рынке городского освещения Российской Федерации. Для реализации этой возможности, согласно [12], необходимо располагать «во-первых, достаточной научной базой для доведения такого рода результатов исследований до прикладных разработок, во-вторых, технологической и финансовой базой для внедрения этих разработок в производство». И то, и другое существует в Северо-Западном регионе в достаточно развитом виде.

Все более распространенным становится понимание того, что в настоящее время сложилась весьма благоприятная ситуация для реализации потенциала разработок последних лет с опережением передовых зарубежных проектов в области ИНО. Нет никакого сомнения, что при поддержке на федеральном уровне в кратчайшие сроки возможна оперативная разработка недостающих элементов ИНО и внедрение этой революционной энергоресурсосберегающей технологии.

Пока же состояние разработки системы ИНО «АВРОРА+» больше напоминает положение обездвиженного и разоруженного одноименного крейсера I ранга, размещенного в сухом доке имени Его Императорского Высочества Наследника Цесаревича и Великого Князя Алексея

Николаевича Кронштадтского Ордена Ленина Морского завода.

«Ну, все, что знал<sup>1</sup>, — рассказал» [13].

### Литература

1. Ларина Е., Овчинский В. Кибервойны XXI века. М.: Книжный мир. 2014.
2. Зотин О., Морозова Н. Энергоресурсосберегающее управление наружным освещением. Возможные принципы построения и сравнительная оценка вариантов // Светотехника. 2010. № 5.
3. Зотин О. Управление освещением открытых пространств // Полупроводниковая светотехника. 2014. № 1–3.
4. Сивков К. Оружие массового разложения // Военно-промышленный курьер. № 12 (578). 1 апреля 2015. <http://vpk-news.ru/articles/24528>
5. Овчинский В., Ларина Е. Холодная война 2.0. Доклад Изборскому клубу. <http://dynacon.ru/content/articles/4224/#a6>
6. Данилевский Н. Россия и Европа: Взгляд на культурные и политические отношения Славянского мира к Германско-Романскому. 6-е изд. СПб.: Издательство Санкт-Петербургского университета, издательство «Глаголь». 1995.
7. Клейтон М. Кристенсен. Дилемма инноватора. Как из-за новых технологий погибают сильные компании. М.: Альпина Паблишер. 2014.
8. Переслегин С. Дикие карты будущего. М.: Алгоритм. 2015.
9. Делягин М. «Практика глобализации: игры и правила новой эпохи». М.: Инфра-М. 2000.
10. Sandahl L. J., Cort K. A., Gordon K. L. Solid-State Lighting: Early Lessons Learned on the Way to Market. Prepared for the U.S. Department of Energy under Contract DE-AC05-76RL01830. December, 2013. [http://apps1.eere.energy.gov/buildings/publications/pdfs/ssl/ssl\\_lessons-learned\\_2014.pdf](http://apps1.eere.energy.gov/buildings/publications/pdfs/ssl/ssl_lessons-learned_2014.pdf)
11. Переслегин С. Переслегина Е., Желтов А., Луковникова Н. Сумма стратегии. Санкт-Петербург. 2013. <http://future-designing.org>
12. Глазьев С. Стратегия опережающего развития России в условиях глобального кризиса. М.: Экономика. 2010.
13. Из монолога генерала Иволгина (Михальча). К/ф «Особенности национальной охоты», режиссер и сценарист А. В. Рогожкин.

<sup>1</sup> В действительности настоящая статья (в особенности ее третья часть) вынужденно изобилует купюрами, вызванными нежеланием автора и его компетентных соратников раскрывать ключевые ноу-хау инновационной технологии ИНО. При этом учитывалась также необходимость дальнейшего патентования.