

# Создание комплексов электросветосигнального оборудования для гражданских и специальных аэродромов в 1972–1989 годах

С.И. МАЙЗЕНБЕРГ

E-mail: p.maizenberg@gmail.com

## Аннотация

Вкратце освещена отечественная история создания и развития комплексов электросветосигнального оборудования для стационарных аэродромов различного назначения. Излагаются причины и проблемы, связанные с постановкой задачи проектирования первых в СССР комплексов, отвечающих требованиям международных стандартов. Приведены основные характеристики оборудования аэродромных комплексов и их основных светосигнальных средств – прожекторных огней.

**Ключевые слова:** светосигнальное оборудование, критерии видимости, требования ИКАО, системы посадки, комплекс «Свеча-3».

## 1. Введение

Создание первых отечественных комплексов электросветосигнального оборудования для аэродромов гражданской авиации и ВВС имеет свою непростую и длительную историю и заслуживает занять своё достойное место в ряду важных технических разработок 70–80-х гг. XX века.

Необходимость в создании такого оборудования была вызвана бурным развитием пассажирских и грузовых авиаперевозок и введением в эксплуатацию многоместных реактивных самолётов второго и третьего поколений типа ТУ-154, ИЛ-62, ИЛ-76 и ИЛ-86.

Для расширения объёма международных авиаперевозок и возможности осуществления полётов в любых погодных условиях возникла необходимость в установлении унифицированных технических характеристик и параметров бортового и наземного оборудования, для чего была создана Международная организация гражданской авиации (ИКАО, ICAO), которая разработала соответствующие нормативы и правила (далее – Нормы). В 1971 г. СССР присоединился

к ИКАО и принял на себя обязательства обеспечивать соответствие Нормам характеристик и параметров оборудования отечественных самолётов и аэродромов, что позволяло бы сертифицировать аэропорты (а/п) страны для возможности полётов в плохих и сложных метеоусловиях.

В то время оборудование а/п в СССР не отвечало требованиям ИКАО, что существенно тормозило развитие международных авиаперевозок. Только несколько крупных а/п были оснащены зарубежным оборудованием: чехословацкого или финского производства, но оно не было сертифицировано; кроме того, это ставило гражданскую авиацию, аэродромы которой в отдельных случаях являлись аэродромами совместного базирования с ВВС, в опасную зависимость от зарубежных поставщиков, что стало очевидным после событий 1968 г. в Чехословакии.

Организации Министерства гражданской авиации (МГА) неоднократно пытались самостоятельно заказывать разработки отдельных видов оборудования на предприятиях Минэлектротехпрома и Минприбора, однако должной заинтересованности и поддержки не встречали. Было лишь несколько изделий, разработанных, но не внедрённых в производство.

В конце 1971 г. на заводе «Электросвет» (впоследствии ПО «Электротрулуч») было создано небольшое специальное КБ световых и светосигнальных приборов – СКТБ ССП, которое возглавил И.Е. Коцин. В начале 1972 г. СКТБ ССП стало набирать сотрудников, в число которых 3 мая попал и автор, ранее работавший в КБ Минавиапрома. Через неделю, 10 мая 1972 г., на техническом совещании у начальника СКТБ с участием специалистов ГосНИИ ГА обсуждался вопрос о заказе на разработку комплекса электросветосигнального оборудования (КЭСО) для аэродрома, по результа-

там которого автор был определён на разработку аэродромной тематики и в течение последующих 17 лет занимался в СКТБ ССП её становлением и развитием в качестве технического руководителя-разработчика всех КЭСО для стационарных аэродромов различного назначения, созданных за этот период.

По мнению автора, наряду с техническими характеристиками КЭСО, определённый интерес представляет информация об отдельных фактах, моментах и обстоятельствах, сопутствовавших их разработке.

## 2. Основная часть

Для понимания действительного объёма и сложности работы, предстоявшей СКТБ ССП, следует кратко изложить требования Норм ИКАО к светосигнальному оборудованию категоризованных а/п, технические характеристики КЭСО и его светосигнальных средств (СС), а также номенклатуру комплектующих изделий систем электропитания и дистанционного управления КЭСО.

ИКАО классифицировала системы светосигнального оборудования по двум критериям: дальность видимости на взлётно-посадочной полосе (ВПП) и высота принятия решения (высота нижней кромки облачности). Дальность видимости – основной критерий выбора необходимой «интенсивности» СС, а высота принятия решения характеризует видимость наземных ориентиров или СС из кабины пилота. В целом светосигнальная система должна обеспечивать должные условия визуальной ориентировки пилота при определённой прозрачности атмосферы. Установлены три категории минимумов, характеризующих степень сложности посадки с использованием визуальных ориентиров (табл. 1).

В соответствии с категориями сложности, ИКАО регламентировала светотехнические характеристики СС, их состав и размещение на аэродроме. Кроме того, установлены нормы и рекомендации по режиму питания СС, системам их подключения и резервирования и времени допустимого перерыва питания для различных функциональных групп СС.

По своему назначению и месту расположения на аэродроме светосигнальные средства подразделяются на отдельные функциональные группы:

огни приближения и световых горизонтов, огни концевой полосы безопасности, входные и ограничительные огни, боковые огни, огни зоны приземления, осевые огни ВПП, рулёжные огни и светосигнальные знаки управления движением по рулёжным дорожкам. Все огни КЭСО включаются в электрические цепи последовательного питания (кабельные кольца), каждое из которых представляет собой высоковольтную электрическую цепь последовательно соединённых высоковольтным кабелем первичных обмоток изолирующих трансформаторов, питаемых от регулятора яркости стабилизированным переменным током силой 4,3, 5,1, 5,8, 7,1 или 8,3 А. Огни подключаются ко вторичным обмоткам токовых трансформаторов. Такое включение обеспечивает постоянство тока питания каждого огня независимо от количества огней в цепи и их расположения относительно регулятора яркости (светорегулятора), а, следовательно, и одинаковые световые характеристики всех огней, что способствует лучшему восприятию пилотом общей световой картины. Ступенчатое регулирование силы тока позволяет регулировать световые характеристики огней в диапазоне 5–100 %. Для светодиффузоров и стрелочных указателей предусмотрено индивидуальное или групповое включение, поэтому они подключаются параллельно через понижающие трансформаторы к шлиту управления.

Управление КЭСО выполняется на командно-диспетчерском пункте (КДП) диспетчерами посадки, руления и старта с панелей оперативного управления (ПОУ), расположенных на пульте диспетчера. ПОУ диспетчера посадки позволяет оперативно выбирать направление посадки, режим работы (взлёт-посадка), включать на необходимую ступень световых характеристик группы светосигнального оборудования, а также индивидуально управлять отдельными группами огней. ПОУ диспетчера руления обеспечивает выбор и включение маршрутов руления, движения самолётов на старт и с ВВП на стоянку.

## **2.1. Разработка комплекса «Свеча-3»**

Начальный период разработки КЭСО, получившего в дальнейшем индекс «Свеча-3», пришёлся на

май–ноябрь 1972 г., когда шло изучение КЭСО «D2» производства ЧССР, смонтированного в а/п Шереметьево. Проводились: поездки на аэродром; беседы со специалистами ГосНИИ ГА о КЭСО, его основных характеристиках, конкретных местах размещения и установки на аэродроме; изучение схем расположения функциональных групп СС в зоне подхода, на ВПП и рулёжных дорожках, ознакомление с содержанием Приложения 14 к материалам Монреальской конвенции ИКАО, где изложены требования к различным видам оборудования.

Предполагалось, что на уровне министерств в установленном порядке будет заключён договор на разработку КЭСО и всех его комплектующих изделий силами предприятий Минэлектротехпрома с привлечением для отдельных систем телеуправления и телесигнализации (ТУ-ТС) разработчиков из Минприбора; финансирование оставалось за МГА. Однако внешние обстоятельства резко изменили эти планы: поздней осенью 1972 г. при подлёте к а/п Шереметьево потерпел аварию самолёт ИЛ-62, осуществлявший рейс Париж–Ленинград–Москва, погибло около 200 человек.

Для расследования обстоятельств и причин катастрофы была создана Правительственная комиссия во главе с членом ЦК КПСС Д.Ф. Устиновым. В состав комиссии вошли руководители МГА и ряда других министерств, в том числе, Минэлектротехпрома. Д.Ф. Устинов вывез комиссию на место аварии, а позже, на совещании, представители МГА заявили, что причиной аварии явилась ошибка пилота, который в условиях плохой видимости не увидел огней аэродрома, характеристики которых не соответствовали посадочному метеоминимуму, и принял решение о снижении высоты, после чего самолёт зацепил верхушки деревьев и рухнул вниз. Также было сообщено, что промышленность не обеспечивает МГА светосигнальным оборудованием для полётов в условиях плохой видимости. Решением председателя комиссии представителю Минэлектротехпрома первому заместителю Министра Н.А. Оболенскому было дано поручение в течение двух лет обеспечить силами его министерства с привлечением организаций ряда других министерств разработку и изготовление по тактико-техническим требованиям (ТТТ) МГА аэро-

дромного КЭСО, отвечающего требованиям ИКАО.

Во исполнение этого поручения Н.А. Оболенский в середине ноября собрал совещание руководителей главных управлений Минэлектротехпрома и директоров отдельных предприятий, на которое прибыли и представители МГА. СКТБ ССП представлял главный инженер А.И. Водолазко, который взял автора с собой. Н.А. Оболенский вёл совещание очень экспрессивно. Он описал свои впечатления от увиденного на месте катастрофы, был удивлён, что не ведутся работы для нужд гражданской авиации и объявил, что в соответствии с указанием Д.Ф. Устинова Минэлектротехпром берёт на себя разработку и изготовление по ТТТ Заказчика КЭСО для аэродромов ГА, которые должны быть выполнены до конца 1974 г.; при этом головным предприятием-разработчиком назначается СКТБ ССП Главэлектросвета, а предприятия других управлений обязаны выполнить разработку и изготовление необходимых комплектующих изделий по техническим требованиям головного разработчика. На выполнение работ СКТБ ССП было выделено 2 млн руб. из фонда Минэлектротехпрома.

В январе 1973 г. вышло Постановление ЦК КПСС и Совмина СССР за подписями Л.И. Брежнева и А.Н. Косыгина о создании СКТБ ССП для разработки по ТТТ МГА электросветосигнального оборудования, что стало отправной точкой всей дальнейшей работы по КЭСО «Свеча-3».

Решение задачи по обеспечению в сжатые сроки разработки и внедрения в производство впервые в стране аэродромного КЭСО потребовало максимальной концентрации сил, чёткой организации работ и широкой кооперации между предприятиями-соисполнителями. Большая номенклатура комплектующих изделий КЭСО вызвала необходимость привлечения к этой работе многих КБ, НИИ и предприятий отрасли, а также Минприбора, Миноборонпрома, Минпромстройматериалов, Минхимпрома, Миннефтехимпрома и Главрезинпрома. Только в системе Минэлектротехпрома к участию в разработке и выпуску изделий КЭСО в качестве соисполнителей были привлечены 13 предприятий и 6 научно-исследовательских институтов шести главных управлений министерства. Головным предприятием-изготовите-

Рис. 1



лем был определён Гусевский завод светотехнической арматуры (ГЗСТА) ПО «Электроруч».

Начиная с января 1973 г., когда в СКТБ ССП было создано подразделение по разработке комплекса и руководству всеми комплексными работами, были разработаны схемы электропитания и управления СС, выданы технические требования к разработке всех комплектующих изделий «Свечи-3». При этом одним из важных требований ГА была унификация посадочных и стыковочных мест отдельных изделий «Свечи-3» с изделиями КЭСО «D2» для взаимозаменяемости изделий на действующих аэродромах.

В течение года были выполнены разработки практически всех изделий КЭСО, а в СКТБ ССП, кроме того, была выполнена разработка основных светосигнальных приборов и знаков руления для него. (Подробно о комплектующих изделиях «Свечи-3» см. в статье [1].) В 1973 г. был разработан и защищён эскизный проект «Свечи-3», а в начале 1974 г. был принят Заказчиком технический проект этого КЭСО. По указанию руководства СКТБ ССП, был изготовлен большой плакат со схемой размещения КЭСО «Свеча-3» непосредственно на аэродроме и с изображением всех типов его комплектующих изделий (рис. 1), а также создан сквозной сетевой график работ по КЭСО и работам всех контрагентов по каждому изделию, который был утверждён первым заместителем Министра Н.А. Оболенским. С этими материалами в конце 1973 г. Н.А. Оболенский докладывал Д.Ф. Устинову о ходе работ по КЭСО «Свеча-3». Когда Н.А. Оболенский возвращал плакат и сетевой график в СКТБ ССП, он отметил, что

Д.Ф. Устинов состоянием дел остался доволен.

Всего для «Свечи-3» было разработано более 70 типов разных комплектующих изделий, таких как прожекторные огни, огни кругового обзора, углублённые огни, светофоры, стрелочные указатели, световые указатели, прожекторные ЛН серии «ПЖ», ГЛН серии «КГМ», щиты распределительные, щиты управления, регуляторы яркости (светорегуляторы), шкафы с высоковольтными контакторами, трансформаторы изолирующие, трансформаторы понижающие, кабели высоковольтные армированные «КВОРН», кабели низковольтные армированные, панели оперативного управления (ПОУ), блоки группового исполнения команд, мнемосхемы, блоки аварийной сигнализации, оптический визир, стенд для наладки регуляторов яркости, элементы крепления огней и знаков, компаунды эпоксидные.

Соответственно, было выполнено более 15 ОКР по созданию новых типов светотехнических приборов, высокоинтенсивных источников света, армированных высоковольтных и низковольтных кабелей, обрезиненных трансформаторов, тиристорных регуляторов яркости, щитов управления светофорами и стрелочными указателями [2], блоков группового исполнения команд, панелей оперативного управления и др. При этом были успешно решены многие технические проблемы по созданию отдельных изделий:

- разработана новая методика расчёта высокоинтенсивных прожекторных огней с широким пучком;
- решены вопросы по тепловым режимам работы прожекторных и углуб-

лённых огней, которые осложнялись применением источников света мощностью 200–300 Вт в замкнутых герметизированных объёмах малогабаритных огней;

- разработана технология вытяжки отражателей с последующей завальцовкой в них стеклянных рассеивателей;

- разработаны новые припой и мастики для цоколевания ламп, обеспечившие возможность эксплуатации ламп при температурах на цоколе до 260° (ЛН «ПЖ») и 400–450° (ГЛН «КГМ»);

- разработаны малогабаритные ГЛН «КГМ» для углублённых огней с высокими механическими и вибрационными характеристиками;

- разработана специальная изоляция повышенной прочности на основе неопренового каучука для высоковольтных кабелей;

- разработана специальная технология по эпоксидированию магнитопровода и обмоток малогабаритных трансформаторов и отработана последующая запрессовка их в резиновую оболочку.

В июне 1974 г. на площадке ГЗСТА междуведомственная комиссия провела соответствующие испытания (МВИ) КЭСО, к которым были привлечены соисполнители по отдельным комплектующим изделиям. Блоки КЭСО были собраны в технологические кольца и электрические цепи и проходили проверку работоспособности во всех эксплуатационных режимах. В июле 1974 г. акт приёмки ОКР «Свеча-3» был подписан первым заместителем Министра ГА А.П. Катричем, а в конце 1974 г. после заводских испытаний и приёмки Представителем Заказчика (ПЗ) первый отечественный КЭСО «Свеча-3» был отгружен в а/п Донецк для проведения государственных лётных испытаний и последующей эксплуатации.

В течение 1975 г. при участии специалистов СКТБ ССП был осуществлён монтаж «Свечи-3» в а/п Донецк и успешно проведены государственные лётные испытания на соответствие а/п требованиям эксплуатации в условиях метеоминимумов по I категории ИКАО. (Сегодня а/п Донецк полностью разрушен в результате событий на Украине.)

В 1976 г. для проведения государственных лётных испытаний в а/п Ульяновск был отгружен КЭСО «Свеча-3»

в комплектации по II категории, где в течение 1976–1977 гг. был проведён его монтаж, а в 1978 г. – лётные испытания на соответствие КЭСО условиям метеоминимумов по II категории ИКАО.

Параллельно около 1,5 лет велась работа по подготовке сертификации КЭСО, в ходе которой были разработаны нормы годности оборудования, на соответствие которым Госавиарегистр СССР должен был сертифицировать «Свечу-3». В 1978 г., после подачи в Госавиарегистр заявки на сертификацию, КЭСО «Свеча-3» получил сертификат (№ 02) на соответствие требованиям Норм по I категории ИКАО.

Третий КЭСО «Свеча-3» в 1977 г. был отгружен в а/п Минеральные Воды и затем смонтирован по II категории, а в 1979 г. успешно прошёл эксплуатационные испытания (рис. 2).

По результатам испытаний в а/п Ульяновск и Минеральные Воды Госавиарегистр СССР в 1979 г. выдал дополнение к вышеуказанному сертификату о соответствии «Свечи-3» требованиям по II категории ИКАО.

В 1980 г. на ГЗСТА, а затем в а/п Рига прошли испытания аппаратуры ТУ-ТС, которую для «Свечи-3» разработал Минприбор.

В 1976–1977 гг. на ГЗСТА был начат серийный выпуск КЭСО в нескольких вариантах комплектации для аэропортов с разной длиной ВПП и конфигурацией рулѐжных дорожек, что экономически было выгодно Заказчику. К концу 1980-х для аэропортов ГА и ВВС было изготовлено около 50-ти КЭСО, многие из которых были поставлены, смонтированы и находились в эксплуатации. География этих а/п очень обширна – Донецк, Ульяновск, Рига, Вильнюс, Сыктывкар, Минеральные Воды, Норильск, Ашхабад, Кемерово, Алма-Ата, Архангельск и др. (В 2010 г. автору в роли туриста довелось побывать в Дудинке и разговаривать там по телефону с начальником наземной службы эксплуатации а/п Норильск, расположенного рядом. При этом было приятно узнать, что КЭСО «Свеча-3», состояние кабельных сетей которого автор проверял в декабре 1983 г., был заменён на новый только в 2008–2009 гг.).

Интересно отметить два аэродрома, где «Свечу-3» использовали по необычным обстоятельствам: в Кабуле и на Байконуре. В Кабул «Свеча-3»

Рис. 2



попала по трагическому поводу, подобному возникшему и самом начале её разработки. В начале 1980 г., когда лишь разворачивалась операция в Афганистане, при посадке в неблагоприятных погодных условиях разбился тяжѐлый военно-транспортный самолёт ИЛ-76 с военнослужащими на борту. А/п Кабула был оснащён устаревшим КЭСО «Свеча-2», разработкой 1950-х гг., что не позволило пилоту увидеть начало ВВП. По результатам работы специальной комиссии был снят с должности высокопоставленный начальник военно-транспортной авиации ВВС, а в а/п была срочно отгружена и смонтирована «Свеча-3», ранее предназначенная для ГА, после чего проблема со «светом» была решена. А на Байконур «Свеча-3» попала по иной причине. В 1980 г. в СКТБ ССП обратились разработчики много-разового космического корабля «Буран» с предложением изготовить на базе «Свечи-3» КЭСО для оснащения аэродрома с ВПП длиной 5,5–6,0 км, на которую «Буран» должен был садиться. На деле, требовалась новая разработка только углублённых огней, но начальник СКТБ ССП убеждал Заказчика в нужности и других доработок, что увеличивало стоимость работ. Автору довелось дважды обсуждать в НПО «Молния» проект ТЗ, но предлагаемая стоимость разработчиков «Бурана» не устроила. Спустя несколько лет, после полёта «Бурана», старший ПЗ в СКТБ ССП рассказал, как была решена эта проблема: на ГЗСТА были закуплены два КЭСО «Свеча-3» в варианте для ВПП длиной 3000 м, которые затем смонтировали на аэродроме Байконура. Так СКТБ ССП своей разработкой обеспечило необходимое светосигнальное оснащение аэродрома, но при этом оста-

лось в стороне от знаменательного события.

Далее стоит кратко остановиться на отдельных сложностях и проблемах, которые возникали в процессе разработки и в первые годы эксплуатации «Свечи-3»:

– ГЗСТА на начальном этапе работ пытался уклониться от роли головного предприятия-изготовителя КЭСО. Завод имел устоявшуюся номенклатуру выпускаемых изделий, постоянных заказчиков, и его не прельщала перспектива собирать у себя огромный КЭСО, взаимодействовать со многими поставщиками. При этом, одним из доводов выдвигалось расположение завода у самой границы с Польшей (впоследствии это соображение было учтено и планировалось производство КЭСО постепенно переместить в Гагаринский филиал СКТБ ССП). Эта позиция ГЗСТА сказывалась в 1974 г., когда СКТБ ССП сдавало разработку и на площадке завода проводились МВИ. Поскольку возникали разные технические нестыковки и приходилось налаживать взаимодействие с представителями разработчиков всех комплектующих изделий КЭСО, ответственному сдатчику – разработчику «Свечи-3» – стоило немалых усилий убедить представителей УНС и ЦУЭРТОС МГА, ГосНИИ ГА и ГПИИНИИ ГА «Аэропроект» «перетерпеть» первоначальные сложности и не думать об отъезде в Москву. В итоге испытания прошли успешно и ОКР «Свеча-3» была сдана в срок. Позже, когда выпуск КЭСО был налажен и кооперация с контрагентами устоялась, завод по-другому оценил своё положение фактического монополиста-поставщика КЭСО для аэродромов страны.

– Много проблем возникало с СКБ ТАСУ (Нальчик) Минприбора, которое пыталось построить создание системы ТУ-ТС для «Свечи-3» на ранее разработанных устройствах, не обеспечивавших всех требований к оперативному управлению, а также без приёмки системы ПЗ.

– Имела большой резонанс проблема, возникшая в 1981 г., когда из а/п ГА стали поступать сообщения об отказах в кабельных сетях КЭСО. При сильном обводнении кабельных траншей происходили явления вздутия наружной оболочки высоковольтных кабелей «КВОРН», что приводило к выходу кабеля из строя. При прокалывании оболочки в местах вздутия обнаруживалась вода, которая была струей под давлением, вследствие её разогрева от жилы в замкнутом объёме, что приводило к КЗ и выгоранию кабеля.

Такие явления наблюдались в различных а/п и климатических зонах (например, в Минеральных Водах и Ашхабаде). Скандал проник даже в СМИ и негативно влиял на репутацию недавно сертифицированного отечественного КЭСО.

Была создана комиссия из представителей Минэлектротехпрома, МГА и ВВС, посетившая несколько аэродромов различного назначения и предприятий, задействованных в изготовлении кабеля. Причину удалось установить на Пермском кабельном заводе, когда тщательно были изучены и проанализированы заводские документы на все партии кабелей, поставлявшихся в аварийные а/п, сроки их изготовления, соблюдение технологии при изготовлении и качество поставляемого сырья. Оказалось, что оболочка части кабелей выполнялась с применением неопрена, поставляемого ереванским заводом «Наирит», имевшего заниженное содержание дорогостоящего натурального каучука, обеспечивавшего высокую антикоррозионную стойкость оболочки кабеля в условиях агрессивной среды кабельных траншей аэродрома.

В соответствии с заключением комиссии и планом мероприятий ВНИИКИП и Пермский кабельный завод усилили контроль на всех этапах изготовления и сдачи кабеля, а ГЗСТА обеспечивал доставку необходимого количества кабеля «КВОРН» по заявкам а/п.

Одновременно с работами по «Свечи-3» в 1975 г. начались работы по другим аэродромным КЭСО, которые до конца 1980-х велись, практически, параллельно: «Охтинка-1», «Свеча МВЛ» и «Свеча-4».

## 2.2. Разработка комплекса «Охтинка-1»

КЭСО «Охтинка-1» предназначался для аэродромов военно-транспортной авиации ВВС и разрабатывался в 1975–1979 гг. Основные комплектующие для КЭСО были заимствованы из «Свечи-3», но прожекторные огни и часть оборудования трансформаторной подстанции разрабатывались заново. Необходимость разработки была вызвана различием схем посадки и взлёта на аэродромах ВВС и ГА. «Охтинка-1» заказывалась специально под схему ВВС, хотя «Свеча-3», смонтированная на аэродромах совместного базирования, также использовалась ВВС или могла ими заказываться для размещения на своих аэродромах по схемам ВВС. Важно было то, что все комплектующие изделия «Свечи-3» проходили приёмку ПЗ и в целом отвечали предъявляемым требованиям.

Вообще вопрос различия и совместимости схем ГА и ВВС пытались решить ещё в 1970-х; автору доводилось участвовать в некоторых совещаниях по этой теме, которые, к сожалению, результатов не дали, хотя преимущества возможной унификации были очевидны. При этом, естественно, на категорированных аэродромах ГА отклонений от Норм ИКАО быть не могло. В свете требований ИКАО параметры СС КЭСО «Охтинка-1» ориентировочно соответствовали категории I+. Предпринималась разработ-

ка «Охтинки-2», но она была остановлена на проекте ТЗ и эскизном проектировании.

Разработка КЭСО была выполнена в период 1975–1979 гг., а в 1980 г. его СС были поставлены Заказчику для проведения лабораторных испытаний в Феодосии. В 1989–1981 гг. сотрудники комплексного сектора осуществляли авторский надзор за монтажом и решали технические вопросы с научными и проектными организациями в Ахтубинске, Киеве, Москве. После проведения испытаний проводились работы по глассадным огням. В начале 1980-х гг. проверялось состояние кабельных сетей на аэродроме в Узине. В 1986 г. был произведён монтаж опытного комплекса в Феодосии, где в 1987 г. «Охтинка-1» прошла государственные испытания.

## 2.3. Разработка комплекса «Свеча МВЛ»

В 1975 г. в СКТБ ССП началась разработка КЭСО «Свеча МВЛ» – для оснащения гражданских аэродромов местных воздушных линий, которые составляли большую часть всех аэродромов страны общим числом около 3000. По «интенсивности» светосигнальной системы посадки КЭСО был разработан в трёх модификациях: малой («Свеча МВЛ-М»), средней («Свеча МВЛ-С») и высокой («Свеча МВЛ-В»). Характеристики аэродромов для возможности установки КЭСО конкретной модификации приведены в табл. 2.

В состав КЭСО входят следующие группы изделий: светотехнические изделия, средства электропитания и подключения к источникам, аппаратура дистанционного управления, монтажные элементы и контрольно-измерительная аппаратура. Электропитание КЭСО производится от трёхфазной сети переменного тока 380 В (50 Гц) от двух источников: ЛЭП и дизель-генератор – для «Свечи МВЛ-М» – или две ЛЭП и резервный дизель-генератор – для «Свечи МВЛ-С» и «Свечи МВЛ-В».

Управление работой КЭСО осуществляется с КДП или непосредственно с трансформаторной подстанции. Подробно схемы размещения светосигнального оборудования КЭСО различных модификаций и светотехнические характеристики отдельных изделий приведены в статье [3].

Таблица 1

Категории	Дальность видимости на ВПП, м	Высота принятия решения, м
I	800	60
II	от 800 до 400	от 30 до 60
III	меньше 400	без ограничения

Параметр, м	Аэродром, оснащённый КЭСО типа		
	«Свеча МВЛ-М»	«Свеча МВЛ-С»	«Свеча МВЛ-В»
Длина ВПП	1200	2000	2500
Дальность видимости на ВПП (не менее)	2500	800	600
Высота принятия решения (не менее)	150	60	45

ТЗ на разработку КЭСО было утверждено в 1981 г. Разработка была выполнена в 1981–1983 гг., после чего началось изготовление КЭСО в двух модификациях: «Свеча МВЛ-М» (для поставки в а/п Вытегра в 1984 г.) и «Свеча МВЛ-В» (для поставки в а/п Ленинакан в 1985 г.). В 1985–1986 гг. был осуществлён монтаж КЭСО в а/п после чего они успешно прошли государственные лётные испытания в а/п Вытегра (1986 г.) и Ленинакан (1987–1988 гг.).

По своим светотехническим характеристикам КЭСО «Свеча МВЛ-В» в Ленинакане обеспечивал возможность посадки в условиях метеоминимумов по I категории. По итогам лётных испытаний он был передан в опытную эксплуатацию.

КЭСО «Свеча МВЛ-В» выдержал ещё одно испытание – землетрясение в Ленинакане в декабре 1988 г. По вызову НТУ МГА руководитель разработки 11 января 1989 г. вылетел в Ленинакан для участия в работе комиссии по оценке фактического состояния КЭСО на аэродроме. В акте комиссии от 13.01.89 было отмечено, что функциональные группы огней работают и включены практически круглосуточно, состояние крепления огней и их заземления удовлетворительное. В основном последствия землетрясения сводились к тому, что были повреждены светофильтры отдельных огней и отмечались случаи разрегулирования наводки огней. В те дни нормальная работа оборудования аэродрома позволила Ленинакану стать основным аэропортом, куда прилетали самолёты со спасателями, с разными материалами и оборудованием, в том числе из-за рубежа.

В выводах акта комиссии записано: «1. Оборудование комплекса «Свеча МВЛ» показало устойчивую работу и надёжность в экстремальных условиях стихийного бедствия. 2. Светосигнальное оборудование комплекса обеспечивает достаточную механическую прочность в условиях массово-

го приёма в аэропорту тяжёлых самолётов (до 150 в сутки)».

## 2.4. Разработка комплекса «Свеча-4»

Начиная с 1975 г., основной работой в СКТБ ССП было создание КЭСО всепогодной посадки в условиях I, II и III категории (по Нормам ИКАО) «Свеча-4». Естественно, конструктивной базой для него была «Свеча-3», но светооптическая часть прожекторных и углублённых огней и схема размещения СС на аэродроме были иные и более «насыщенные». Специально разрабатывались глиссадные огни, импульсная линия, входные импульсные огни. Требовалось разработать также новые типы углублённых огней рулёжных дорожек, световых маяков и аппаратуры ТУ-ТС.

Собственно разработка КЭСО длилась почти 6 лет. Столь длительный срок, когда уже выпускалась «Свеча-3», объясним разными причинами, из которых, по мнению автора, нужно выделить следующие:

- длительные колебания Заказчика – НЭЦ АУВД ГА, поскольку 5 млн руб. за разработку и опытный КЭСО уже должно было платить МГА, а не Минэлектротехпром, а, кроме того,



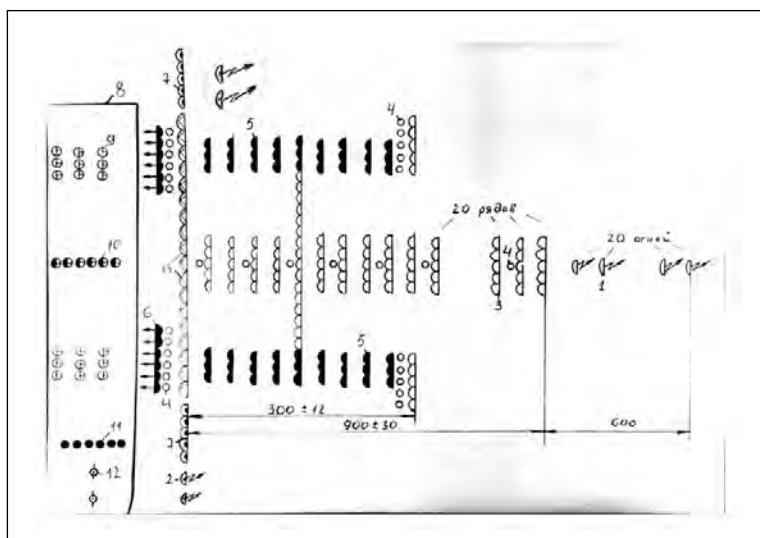
Рис. 3

чувствовалась тенденция продолжения сотрудничества с инофирмами, которые проявляли большую активность, что в то время имело свои привлекательные стороны;

- в СКТБ ССП изменилось отношение к комплексным работам: считалось, что главное уже сделано, и, кроме того, наступила пора изменения внутреннего климата, в руководстве появилось много новых людей, заинтересованных в продвижении другой тематики;

- Минэлектротехпром уже не был под «прессом» Постановления ЦК и Совмина, и в нём уже не было Н.А. Оболенского, организующая роль

Рис. 4



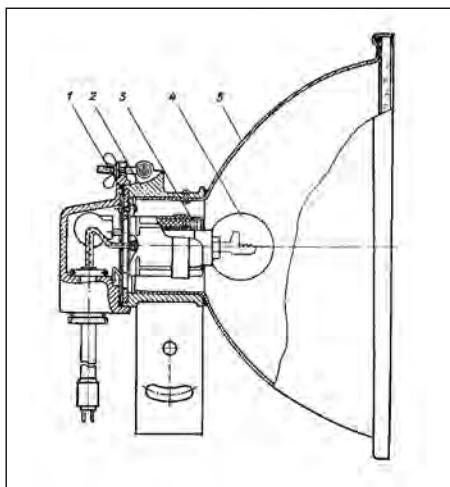


Рис. 5

которого в создании «Свечи-3» была очень важна.

КЭСО «Свеча-4» был предназначен обеспечивать посадку самолётов в любых погодных условиях и должен был заменить «Свечу-3» для аэропортов, сертифицируемых по I и II категориям. Важным отличием «Свечи-4» от «Свечи-3», кроме большей насыщенности СС, являлось размещение огней зоны подхода по схеме Алпа-Ата для аэропортов III категории вместо схемы Калверта для аэропортов I и II категорий, по которой размещались огни «Свечи-3». Схема Калверта (рис. 3) экономически была выгодней, но не обеспечивала, в отличие от схемы Алпа-Ата (рис. 4), возможность посадки при видимости огней ВПП в 200 м и менее.

При разработке «Свечи-4» вся номенклатура СС, характеристики которых приведены в статье [4], реализовывалась в СКТБ ССП. Впервые разрабатывались углублённые огни многих модификаций со сложными светооптическими характеристиками. Разработка КЭСО окончательно была завершена в 1986 г. после проведения его МВИ в Гагаринском филиале СКТБ ССП с использованием новой аппаратуры ТУ-ТС (ТМА-4), разработанной в СПКБ «Промавтоматика» Минприбора (Житомир).

Изготовление КЭСО и его комплектация в Гагаринском филиале велись с 1986 по 1989 г. с заметными трудностями: 1) были проблемы с литьём корпусов и крышек углублённых огней, заказанным на предприятии Атоммаша; 2) филиалу пришлось освоить, по технологии ВНИИКП, выпуск кабелей с обрезиненными штепсельными разъёмами; 3) в течение это-

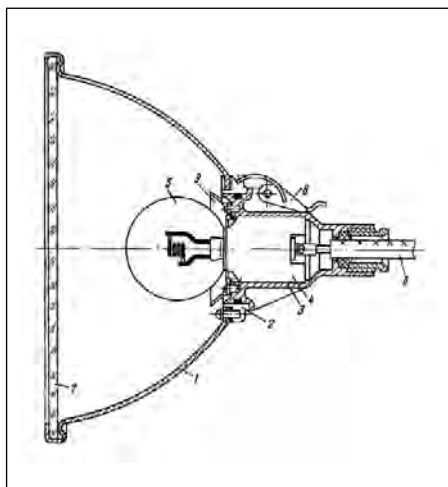


Рис. 6

го времени в а/п Омск, где должна была монтироваться «Свеча-4», отгружались большие партии кабеля, а разработчику КЭСО приходилось согласовывать вопросы размещения аппаратуры ТМА-4 в этом а/п с институтом ГА «Ленаэропроект»; 4) осуществлялся авторский надзор за условиями хранения на складах аэропорта ранее отгруженного кабеля и его прокладкой в покрытии ВПП для углублённых огней.

Для полной отгрузки первого опытного КЭСО «Свеча-4» Гагаринским филиалом было задействовано более 20 товарных вагонов. Акт о завершении поставки КЭСО в а/п Омск был подписан руководителем ОКР в конце июня 1989 г. (Дальнейшая судьба КЭСО «Свеча-4» оказалась незавидной: он не был полностью смонтирован, заделанные в покрытие ВВП часть кабеля и углублённые огни были закатаны бетоном, а его комплектующие изделия были распределены для эксплуатационных потребностей в другие а/п ГА.)

## 2.5. Тенденции технического проектирования прожекторных огней комплексов

Поскольку разработка СС для всех вышеописанных КЭСО была осуществлена силами СКТБ ССП (кроме углублённых огней для «Свечи-3»), коснёмся тенденции последовательного усовершенствования конструкции прожекторных огней – основных светосигнальных приборов КЭСО [5] – при активном участии разработчиков КЭСО.

В «Свече-3» из-за сжатых сроков всей работы прожектор «ПО» в 1973–

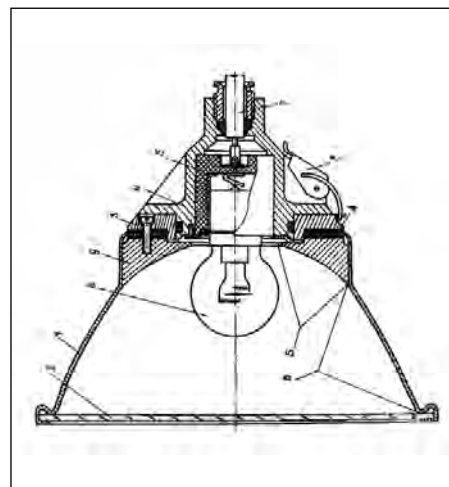


Рис. 7

1974 г. был разработан аналогичным прожектору КЭСО «D2» (ЧССР). К его недостаткам следует отнести тяжёлый температурный режим, причиной которого было размещение ЛН (200–300 Вт) и патрона в общем замкнутом пространстве корпуса, приводившее к перегреву и последующему разрушению патрона, из-за чего его приходилось изготавливать из дорогостоящего пресс-материала ДВПМ-2 (рис. 5).

В прожекторе «ОП» для «Охтинки-1» (рис. 6), разработанном в 1975–1978 гг., этот недостаток был устранён путём выноса патрона из полости отражателя и размещения его снаружи без зазора в стакане-втулке корпуса, что позволило обеспечить дополнительную теплоотдачу в окружающее пространство [6].

Развитием этой конструкции явился прожектор «ОПР» (рис. 7), созданный в 1978–1980 гг. для «Свечи МВЛ», в котором часть отражающей поверхности была выполнена на узле крепления (прижимном кольце), что позволило сократить «слепое отверстие» и увеличить площадь отражающей поверхности [7]. В дальнейшем эта конструкция была использована при проектировании, в 1983–1985 гг., малогабаритного прожектора «ОПРК», с лампы КГМ 6,6–200(300), для КЭСО «Свеча-4», крепление которой в изолированном патроне осуществлялось посредством пружинных губок (рис. 8). Возможность использования высокоинтенсивной малогабаритной ГЛН позволила снизить вес прожектора до 3 кг. [8, 9]. Механическая прочность и ветроустойчивость прожекторов были подтверждены продувками в аэродинамической трубе ЦАГИ.

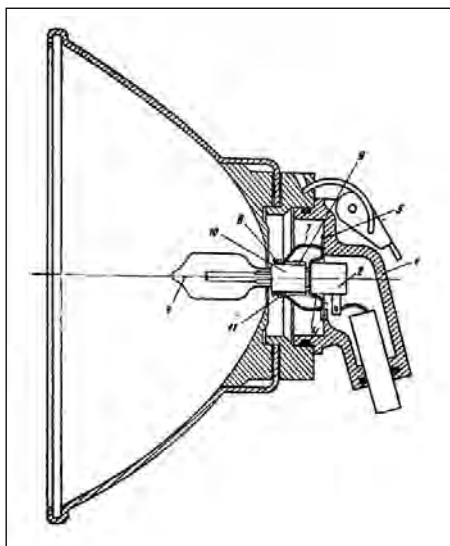


Рис. 8

### 3. Заключение

КЭСО «Свеча-3» явился первым отечественным комплексом визуальных средств взлёта, посадки и руления самолётов, предназначенным для оснащения категорированных аэропортов, оборудованных по I и II категориям Норм ИКАО. Последующие КЭСО, даже такие сложные и объёмные как «Свеча-4», создавались уже в других условиях с учётом опыта, знаний, ошибок и кооперации, которые дала разработка «Свечи-3».

Эта огромная, по масштабам СКТБ ССП, работа все эти годы выполнялась усилиями специалистов многих организаций, предприятий и институтов МГА, Минэлектротехпрома, Миноборонпрома, Минприбора, Минхимпрома, Минпромстройматериалов, Миннефтехимпрома, ВВС и эксплуатационных наземных служб многих а/п.

Особо хочется отметить подразделения СКТБ ССП, внёвшие свой вклад в самый трудный и ответственный период создания «Свечи-3», в 1972–1974 гг.: сектор комплексных работ, сектор конструкторских работ, сектор светотехнических расчётов, группа расчётов надёжности, технологический отдел, ПЗ 1326, а также ГЗСА.

КЭСО «Свеча-3» награждён Дипломом ВДНХ СССР, отдельные светотехнические приборы выставлялись на ВДНХ СССР и отмечены медалями этой выставки, ряд разработок по КЭСО защищены авторскими свидетельствами на изобретение, о «Свече-3» и «Свече-4» были публикации в печати: в газетах «Красная Звезда»,

«Неделя» (приложение к газете «Известия»), «Воздушный транспорт», «Гудок» и в журнале «Светотехника».

В 1989 г. КЭСО «Свеча-4» был представлен на международной выставке «Авиатехника-89», в Москве.

Разработка КЭСО для оснащения гражданских и специальных стационарных аэродромов явилась важной вехой в создании нового отечественного светосигнального оборудования в период 1970–1980-х гг.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коцин И.Е., Латышева Л.Н., Майзенберг С.И. Комплекс светосигнального оборудования «Свеча-3» // Светотехника. – 1980. – № 3. – С. 11–13.
2. Коцин И.Е., Денисов В.П., Майзенберг С.И., Юцевич А.К. Система управления рулением на аэродроме / Авт. свид. СССР № 888728, 1981.
3. Басов Ю.Г., Майзенберг С.И. Комплекс светосигнального оборудования «Свеча МВЛ» для гражданских аэродромов // Светотехника. – 1988. – № 5. – С. 3–8.
4. Басов Ю.Г., Майзенберг С.И. Всепогодный комплекс «Свеча-4» для аэродромов // Светотехника. – 1991. – № 1. – С. 4–8.
5. Берестов В.П., Латышева Л.Н., Майзенберг С.И. Проектирование прожекторных огней для аэродромных светосигнальных комплексов // Светотехника. – 1987. – № 8. – С. 12–15.
6. Майзенберг С.И., Поляков А.Г. Аэродромный прожектор / Авт. свид. СССР № 739307, 1980.
7. Латышева Л.Н., Майзенберг С.И. Аэродромный прожектор / Авт. свид. СССР № 1353970, 1987.
8. Денисов В.П., Коцин И.Е., Майзенберг С.И., Князева Е.И. Устройство для крепления галогенной лампы с патроном в прожекторе / Авт. свид. СССР № 885697, 1981.
9. Берестов В.П., Майзенберг С.И. Световой прибор / Авт. свид. СССР № 1675620, 1991.



**Майзенберг Сергей Иосифович,**  
инженер. Окончил в 1960 г. Московский торфяной институт. Разработчик аэродромных электросветосигнальных комплексов в СКТБ световых

и светосигнальных приборов (Москва) в 1970–1980-х гг.

### Заседание НТС... (окончание)

Руководитель «СТП-Сарос» Ю.А. Карпенко выступил с докладом «Экспозиционное освещение залов и экспонатов Эрмитажа и Третьяковской галереи» и рассказал об участии в реконструкции Главного штаба, освещении Каретного проезда и домашнего храма, а также в создании экспозиционного освещения; работах над созданием системы освещения рассеянным светом в мастерской Трофимовых Фондохранилища Эрмитажа.

Директор музея «Огни Москвы» Н.В. Потапова рассказала о своём музее и о семинарах, которые там проводятся, а также об участии в его работе и измерении характеристик световых приборов студентов кафедры светотехники МЭИ. Цель проекта музея «Копилка светлых идей» – создать на площадке музея «Огни Москвы» ресурсного центра световых технологий, обеспечивающего повышение качества экспозиций других музеев.

С.А. Стахарный (АО ЦНИИ «Циклон»), посвятил своё выступление органическим светодиодам – инновационным источникам света, требующим высокотехнологичного производства. По словам докладчика, в музеях США, Великобритании и Канады вместе с естественным освещением успешно применяют органические светодиоды. Нам же необходимы стандарты по светодиодам и по музейному освещению.

Важной вехой в работе НТС «Светотехника» стало и подписание 20 апреля 2019 года Меморандума о научно-техническом сотрудничестве в сфере музейного освещения между НТС «Светотехника» и Государственным Эрмитажем. Главными целями этого сотрудничества названы проведение исследований влияния искусственного света на музейные объекты, разработка современной правовой базы, обеспечение контроля качества и безопасности освещения в музеях и внедрение энергоэффективных источников света для освещения музейных экспозиций.

**Учёный секретарь НТС  
Снетков В.Ю.**