

# Корабельные светотехнические средства палубной авиации

Д.В. ВАСИЛЬЕВ<sup>1</sup>, А.А. ГРИГОРЬЕВ<sup>2</sup>, А.И. ЛАРЮШИН<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ОАО «Раменский приборостроительный завод», Московская обл., г. Раменское

<sup>2</sup> НИУ «МЭИ», Москва

<sup>3</sup> АО «НИИ «Полус» им. М.Ф. Стельмаха», Москва

E-mail: vasiliev1969@yandex.ru

## Аннотация

Статья посвящена вопросам развития корабельных светотехнических средств обеспечения взлётно-посадочных операций летательных аппаратов с палуб авианесущих кораблей в рамках перехода на современные полупроводниковые источники излучения – сверхъяркие светодиоды и лазерные диоды. Анализируются метод расчёта параметров светового поля светосигнальных комплексов дальнего привода, пороговая и статистическая модели зрительного анализатора для оценки параметров формируемых световых полей и применение уравнения переноса излучения для оценки возможности ведения ориентировки по рассеянному световому лучу. Рассматриваются перспективы развития систем ближнего привода на основе проекционного принципа формирования информации.

**Ключевые слова:** монохроматический сектор, световое поле, система дальнего привода, система ближнего привода, пороговая модель, статистическая модель, зрительный анализатор, уравнение переноса излучения, полупроводниковый источник излучения.

## Введение

Взлётно-посадочные операции палубной авиации на авианесущих кораблях – наиболее аварийная часть полётов. Предоставление лётчику визуальной воспринимаемой информации о безопасной траектории движения и положении взлётно-посадочной площадки (ВППл) при качке корабля значительно повышает безопасность. Качество светосигнальной информации напрямую зависит от типа применяемых источников света. В системах ближнего привода мировой тенденцией стало применение сверхъярких светодиодов (СД). В системах дальнего привода до последнего времени применялись электрические лампы с блоками светофильтров, что определяло невысокий контраст, ограниченную дальность действия и трудности управления основными параметрами световых полей. В последнее десятилетие постепенно осуществляется переход в этих системах на сверхъяркие СД. Аналогичная ситуация сложилась и с указателями направления взлёта, появление и развитие которых связано с техникой твердотельных, а в последнее время – полупроводниковых лазеров. В свете требований к светотехническим комплексам палубной авиации, ниже рассмотрены вопросы: разработки метода расчёта параметров светового поля систем дальнего привода и их оценки на основе пороговой и статистической моделей зрительного анализатора; применения уравнения переноса излучения в рассеивающей среде для определения энергетических параметров источников излучения. Затронуты перспек-

тивы замены существующих систем ближнего привода на проекционные комплексы, способные существенно расширить объём предоставляемой информации и сделать её комфортней для восприятия.

## Основная часть

Выполнение взлётно-посадочных операций летательных аппаратов палубной авиации во многом зависит от возможности визуальной ориентировки по световым полям корабельного светосигнального оборудования, поскольку зрение предоставляет наиболее достоверную информацию, особенно в условиях быстро меняющейся обстановки.

Светосигнальные корабельные комплексы (рис. 1) можно условно подразделять:

- по месту «прописки» (авианосцы, смешанные типы, вертолётноносцы группового и одиночного базирования);
- по этапу применения – дальний привод (цветопроблесковые точечные и позиционные) или ближний привод (позиционные, индикационные, ограничительные, подсвета);
- по способу ориентирования (по прямому излучению и по рассеянному в атмосфере излучению коллимированного светового луча);
- по месту расположения (палуба или надстройка);
- по степени подвижности (неподвижные, малоподвижные, подвижные).



Рис. 1. Светотехнические средства обеспечения полётов авианесущих кораблей

Индикатрисы рассеяния для различных состояний атмосферы ( $f(\beta_i)$ ), отн. ед.

$\beta_i$ , град	Идеальная атмосфера, $S_M = 50$ км	Чистая атмосфера, $S_M = 20$ км	Морская дымка, $S_M = 4$ км	Крупнодисперсная туманная морская дымка, $S_M = 1$ км	Морской туман, $S_M = 0,2$ км
0	1,49	4,72	22,2	69,2	408,16
10	1,4	4,36	12,44	24,86	33,98
20	1,31	4,0	6,94	8,88	2,79
30	1,202	3,312	3,89	3,19	0,233
40	1,094	2,624	2,17	1,14	0,019
50	0,986	1,936	1,214	0,41	0,0016
60	0,9495	1,6045	0,68	0,146	
70	0,913	1,273	0,38	0,053	
80	0,8765	0,9415	0,21	0,019	
90	0,84	0,61	0,12	0,0067	

Наиболее жёсткие требования предъявляются к световым полям дальнего привода из-за необходимости точного позиционирования летательного аппарата, связанной с повышенной опасностью заключительного этапа полёта, выполняемого на малых высотах. Точное выдерживание траекторий глиссады и курса с момента выхода на посадочную прямую обеспечивается визуальной ориентировкой по цветопроблесковым характеристикам световых полей.

Все системы дальнего привода по способу формирования светового поля представляют собой секторные навигационные комплексы (СНК), формирующие поля из нескольких монохроматических секторов с разными проблесковыми характеристиками. Каждый сектор формируется группой независимых излучателей, в качестве источника излучения в которых используются сверхъяркие монохроматические СД. Поля излучателей идентичны по параметрам и ориентировке и накладываются друг на друга в пространстве с высокой точностью (отклонение от оптической оси сектора не более 1 угл. мин). Для расчёта световых полей используется метод расчёта параметров диаграммы сектора и способ определения ширины переходных зон между секторами. Необходимость разработки нового метода диктовалась спецификой решаемой задачи: расчёт распределения освещённости в поперечном сечении диаграммы сектора требует одновременного учёта: параметров источника излучения (СД) и оптической системы, атмосферы, условий наблюдения (в том числе яркости рассеянного в атмосфере излучения наблюдаемого огня), вероятности обнаружения [1]. В результате определяется форма диаграммы монохроматического сектора, в пределах которого огонь дальнего привода воспринимается с вероятностью не ниже заданной. Метод основан на представлении светового поля в виде ряда изображений источника излучения на разном удалении от комплекса, по которым строится диаграмма сектора. Пространственное распределение освещённости определяется выражением

$$E_i(x_i, y_i, d_i) = \frac{1}{d_i^2} \int \int_{-\infty}^{\infty} g'(v'_x, v'_y) \cdot \exp[-i2\pi(v'_x x_i \frac{1}{d_i} + v'_y y_i \frac{1}{d_i})] dv'_x dv'_y,$$

где  $g'(v'_x, v'_y) = g(v_x, v_y) \prod_{i=1}^n D_i(v_x, v_y)$  – спектр изображения;  $v_x, v_y$  – пространственные частоты;  $g(v_x, v_y)$  – спектр источника излучения;  $D_i(v_x, v_y)$  – оптическая передаточная функция (ОПФ) оптической системы, рассеивающей и турбулентной атмосферы ( $D_{oc}(v_x, v_y)$  пропорциональна коэффициенту связи уровня абберации с конструктивными параметрами оптической системы  $K_{oc}, m^{-3}$ );  $d_i$  – расстояние от оптической системы до плоскости изображения  $(x_i, y_i)$ .

Угловое распределение яркости рассеянного в атмосфере излучения наблюдаемого огня определяется выражением

$$L_\alpha = \int_{p_i} \frac{f(\beta_i) \alpha' E_i(x_i, y_i, d_i) e^{-\varepsilon p_i}}{4\pi \cos \beta_i} dp_i,$$

где  $\varepsilon$  – показатель ослабления излучения в атмосфере;  $f(\beta_i)$  – индикатриса рассеяния излучения в объёме  $dV$ ;  $\alpha'$  – показатель рассеяния.

Параметры  $f(\beta_i)$  при разных значениях метеовидимости  $S_M$  приведены в табл. 1.

Угловое распределение яркости рассеянного в атмосфере излучения огня комплекса имеет значения, значительно отличающиеся от 0 только в пределах 15 угл. мин. С увеличением  $S_M$  яркость рассеянного излучения быстро уменьшается.

Построение диаграммы сектора и формирование яркости фона поясняются рис. 2.

При моделировании световых полей светосигнальных систем используются две модели зрительного анализатора: пороговая модель, оперирующая установленными уровнями освещённости для видов транспорта [2], и статисти-

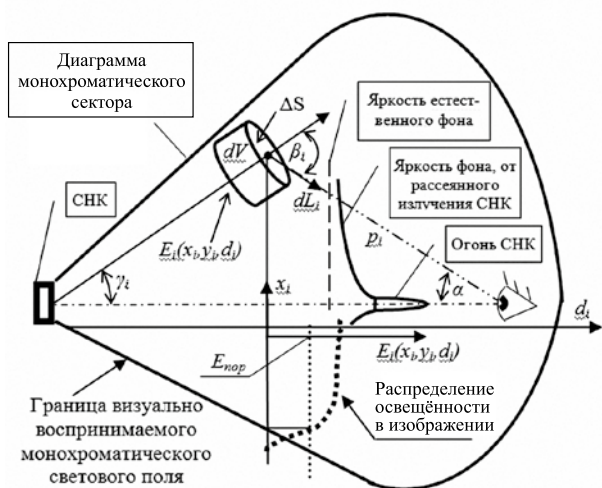


Рис. 2. Формирование диаграммы монохроматического сектора светового информационного поля секторного навигационного комплекса (СНК)

ческая модель зрительного анализатора, разработанная на кафедре «Светотехника» НИУ «МЭИ», более полно учитывающая процессы, протекающие в органе зрения [3].

Оценка зрительного восприятия осуществляется с учётом дополнительной яркости фона, вызываемой рассеянием в атмосфере излучения наблюдаемого огня. Это влияние усиливается с уменьшением метеовидности и особенно заметно при наблюдении над водной поверхностью, насыщающей атмосферу аэрозолями.

В случае, когда яркость фона  $L_\phi > 10^{-3}$  кд/м<sup>2</sup>, вероятность обнаружения цветного огня СНК ( $P_o$ ) на цветном фоне с произвольным распределением яркости по поверхности огня и фона определяется статистической моделью зрительного анализатора следующим образом:

$$P_o = 0,5 + \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^y \exp\left(-\frac{t^2}{2}\right) dt; \quad y = \frac{m_\Lambda - \ln A_n}{\sigma_\Lambda},$$

$$m_\Lambda = \iint_{\Omega} \left[ X_o(\eta, \theta) \ln \left( \frac{X_o(\eta, \theta)}{X_\phi(\eta, \theta)} \right) - X_o(\eta, \theta) + X_\phi(\eta, \theta) \right] d\eta d\theta,$$

$$\sigma_\Lambda = \left( \iint_{\Omega} X_o(\eta, \theta) \ln^2 \frac{X_o(\eta, \theta)}{X_\phi(\eta, \theta)} d\eta d\theta \right)^{0,5},$$

где  $\theta$  и  $\eta$  – угловые координаты точек фона и огня СНК, угл. мин;  $\Omega$  – поле зрения, ср;  $A_n$  – пороговое отношение

#### $\Delta L$ цветных огней для границ секторов светового поля

Условия наблюдения	$\Delta L$ , кд/м <sup>2</sup> (ночь, сумерки)	$\Delta L$ , кд/м <sup>2</sup> (день)
Красный	7,23 (на зелёном)	107,1 (на белом)
Зелёный	11,41 (на красном)	168,9 (на белом)
Зелёный	11,78 (на жёлтом)	174,3 (на белом)
Жёлтый	15,94 (на зелёном)	235,9 (на белом)

правдоподобия;  $t$  – параметр нормального распределения;  $X_o(\eta, \theta)$  и  $X_\phi(\eta, \theta)$  – математические ожидания угловой плотности выходных сигналов рецепторов органа зрения при визировании огня СНК и фона соответственно.

Общее выражение для расчёта  $X(\eta, \theta)$  (мин<sup>-2</sup>) имеет вид

$$X(\eta, \theta) = \frac{a_1}{a_2} (1 + 1,3 \ln a_3) \ln a_3,$$

где

$$a_1 = 83,4 \left[ 0,04 + 0,68 \exp\left(-\left(\frac{R}{26}\right)^2\right) + 0,28 \exp\left(-\frac{R}{100}\right) \right],$$

$$a_2 = 1,0524 / \left[ 0,0524 + \exp\left(-\frac{R}{6}\right) \right],$$

$$a_4 = 79,5 [5 - 3 \text{th}(0,4 \cdot \lg L_{cp})]^2,$$

$$a_3 = 1 + 0,00025 a_2 a_4 L,$$

$$R = \sqrt{\eta^2 + \theta^2},$$

$L$  и  $L_{cp}$  – наблюдаемая яркость и средняя наблюдаемая яркость огня СНК и фона при определении  $X_o(\eta, \theta)$  и  $X_\phi(\eta, \theta)$  соответственно,  $\eta$  и  $\theta$  – в угл. мин,  $L$  – в кд/м<sup>2</sup>,  $X(\eta, \theta)$  – в мин<sup>-2</sup>.

Результатом применения статистической модели является определение, разности яркости между цветными огнём и фоном  $\Delta L$ , при которой огонь обнаруживается с заданной вероятностью. Для границ красного, зелёного, жёлтого секторов светового поля комплекс результат приведён в табл. 2 ( $P_o = 1$ ) и на рис. 3.

Из полученных результатов следует, что угловая ширина переходных зон не зависит от времени суток, причём ночью яркость фона определяется рассеянием излучения огня в атмосфере, в дневных условиях – рассеянным солнечным светом.

Предложенный метод расчёта применён для моделирования диаграммы монохроматического сектора при различных вероятностях обнаружения и внешних условиях: метеовидности и степени турбулентности атмосферы (слабой (структурная постоянная показателя преломления  $C_n^2 = 10^{-15} \text{ м}^{-2/3}$ ), средней ( $10^{-14} \text{ м}^{-2/3}$ ) и сильной ( $10^{-13} \text{ м}^{-2/3}$ )), яркости фона (времени суток). Перемещение границы сектора, вызванное турбулентностью атмосферы на дистанции распространения  $d_i$ , характеризуется дисперсией  $\sigma_r^2$  (индекс  $r$  означает смещение в направлении, перпендикулярном распространению излучения) или среднеквадратическим отклонением  $\sigma_r$  (неопределённость зрительного позиционирования СНК порядка  $2\sigma_r$ ), которое определяется выражением [2]

Таблица 2

$$\sigma_r = \sqrt{\overline{(r - \bar{r})^2}} = 135 C_n \lambda^{-1/12} d_i^{17/12},$$

где  $r$  – текущее смещение границы сектора,  $\bar{r}$  – среднее смещение границы сектора.

Расчёты для рабочего диапазона длин волн 505–630 нм показывают, что влияние турбулентности практически неселективно и значение среднеквадратического отклонения определяется только степенью турбулентности. Пространственный сдвиг границы монохроматического сектора составляет не более 10 % от ширины переходной зоны, внутри этого сектора турбулентность не оказывает влияния на восприятие огня. Результаты моделирования для различных метеоусловий и времени суток позволяют сделать важный вывод – угловые размеры и форма диаграммы сектора остаются неизменны (при изменении дальности видимости), что и необходимо для формирования секторного информационного поля, обеспечивающего высокую точность визуальной ориентировки.

Текущая ширина переходных зон между секторами характеризуется плавной сменой цвета и определяется следующим выражением [1] (обозначения – по рис. 4):

$$\Delta(d_i) = \left( d(d_i) - \frac{d_i}{z_{\text{од}}} (d(z_{\text{од}}) - r) - r \right) \times \frac{z_{\text{од}}}{\sqrt{z_{\text{од}}^2 + 0,25(d(z_{\text{од}}) - r)^2}}$$

где  $r$  – линейный размер излучающей поверхности группы излучателей.

Результаты расчёта переходных зон и натурных экспериментов (количество наблюдателей – 3–5, количество наблюдений на выбранной дальности для каждого наблюдателя – 5) приведены в табл. 3. Они показывают, что ширина переходных зон между секторами светового поля сохраняется в пределах 5–7 угл. мин вне зависимости от внешних условий, что соответствует требованиям к обеспечению полётов и подтверждается результатами натурных экспериментов. Формирование секторов группами излучателей обеспечивает отсутствие ослепления при наблюдении огня на малых дистанциях из-за раздельного восприятия излучателей, что актуально для лёгкого состава.

При взлёте ночью необходима визуально воспринимаемая траектория движения. Для этого применяется указатель направления взлёта, генерирующий стабилизированный в пространстве световой луч, по рассеянию которого ведётся визуальная ориентировка. Её эффективность определяется влиянием атмосферы на распространение луча: поглощением и рассеянием излучения в толще среды. Расчёт распространения оптического излучения сквозь толщу мутной среды базируется на решении уравнения переноса излучения (УПИ) методом функции Грина. Используемая в большинстве случаев при анализе переноса функция Грина УПИ рассчитывалась либо в приближении одной или двух кратностей рассеяния, либо в рамках малоуглового приближения, что существенно ограничивало области её применения. Первое приближение ограничено областью малых оптических расстояний, а малоугловое приближение справедливо лишь для сред с предельно анизотропным рассеянием излучения, когда практически весь рассеянный на элементе объёма среды световой поток сосредоточен в интервале углов от

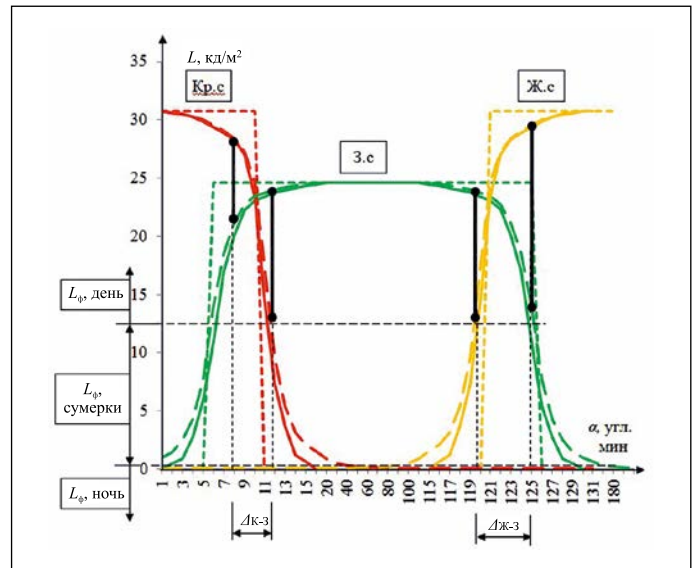


Рис. 3. Поперечное сечение разноцветного светового поля, формируемого СНК, с учётом рассеяния излучения СНК в атмосфере (дистанция наблюдения 230 м, метеорологическая дальность видимости 200 м):

Кр.с, Ж.с и З.с – секторы красного, жёлтого и зелёного цветов соответственно;  $\Delta_{к-з}$  – ширина переходной зоны между красным и зелёным секторами;  $\Delta_{ж-з}$  – ширина переходной зоны между жёлтым и зелёным секторами;  $\gamma_i$  – в соответствии с рис. 2

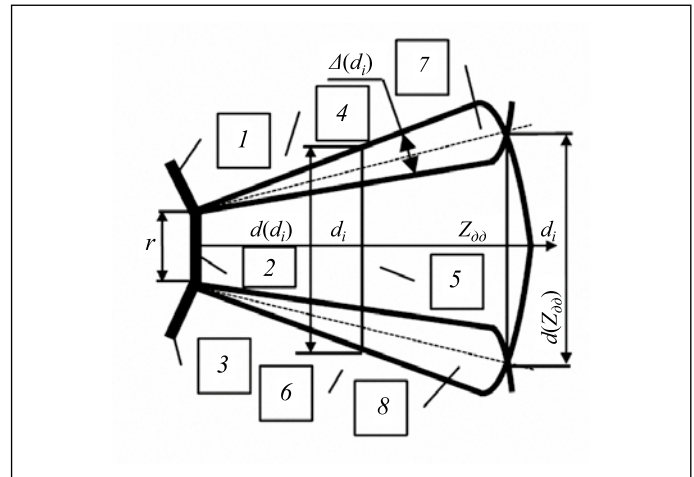


Рис. 4. Определение ширины переходной зоны:

1, 2 и 3 – группы излучателей с  $\lambda = 505, 590$  и  $625$  нм соответственно; 4, 5 и 6 – диаграммы секторов с  $\lambda = 505, 590$  и  $625$  нм соответственно; 7 и 8 – переходные зоны между секторами с  $\lambda = 505, 590$  нм и  $590, 625$  нм соответственно

0 до  $10-15^\circ$ . Однако атмосфера свыше 90 % времени находится в состоянии или дымки, когда в указанном интервале углов сосредоточено всего лишь 20–30 % рассеянного светового потока, или туманной дымки – 50 % рассеянного светового потока [4].

Расчётные трудности преодолеваются, если в качестве функции Грина брать решение УПИ, полученное в рамках малоуглового приближения, пренебрегая при этом лишь дисперсией путей рассеянных фотонов, что позволяет получить универсальный метод расчёта переноса оптического излучения сквозь толщу мутной среды [4] и определить освещённость глаза наблюдателя  $E_{зр}$  рассеянным в атмосфере излучением (рис. 5):



Ширина переходных зон между диаграммами секторов (при  $p = 0,5$ )

		$d_i, \text{ м}$		200	500	1000	2000	4000	6000	8000	9000	9500	10000
$\lambda_1/\lambda_2, \text{ нм}$	$S_M, \text{ км}$	Время		$\Delta(d_i), \text{ м}$									
505/590	50	ночь	0,34	0,87	1,7	3,31	5,91	9,16	13,31	5,75	0	0	
			0,33*	0,72*			6,23*		13,78*				
590/625			0,33	0,81	1,64	3,25	5,88	8,92	13,67	11,94	7,92	0	
			0,35*	0,79*			6,55*		14,02*				
505/590	5	ночь	0,34	0,87	1,76	3,36	0						
			0,34	0,83	1,73	3,34	0						
590/625			0,34	0,83	1,73	3,34	0						
505/590	0.8	ночь	0,41	0,95	0								
			0,57*	1,02*	0								
590/625			0,53	0,92	0								
			0,68*	1,06*	0								
505/590	50	сумерки	0,32	0,78	1,55	3,14	5,34	8,57	0				
			0,34*	0,71	1,43	3,22	5,47	8,8	0				
590/625			0,3	0,71	1,43	3,22	5,47	8,8	0				
			0,35*	0,71	1,43	3,22	6,24*						
505/590	50	день	0,31	0,75	1,56	0							
			0,34*	0,75	1,51*	0							
590/625			0,3	0,87	1,38	0							
			0,35*	0,87	1,72*	0							

$$E_{\text{зр}} = \frac{\varepsilon \Lambda x(\pi) \Omega_{\text{гл}} \tau_{\text{ск}}}{4\pi S_{\text{зр}}} \times \int_{a-\text{tg}(\beta_{\text{зр}} - \frac{\alpha_{\text{зр}}}{2})}^{a+\text{tg}(\beta_{\text{зр}} + \frac{\alpha_{\text{зр}}}{2})} E_{\omega}(\hat{r}, \hat{n}_0 \rightarrow \hat{r}) e(\hat{r}, \hat{r} \rightarrow -n) S_{\text{луча}}(\hat{r}) dL(\hat{r}),$$

где  $\hat{n}_0$  – единичный вектор оси луча излучателя;  $\sigma(\pi) = \varepsilon \Lambda x(\pi)$  – показатель обратного рассеяния среды;  $x(\pi)$  – значение индикатрисы рассеяния под углом  $180^\circ$ ;  $\Omega_{\text{гл}}$  – телесный угол поля зрения глаза наблюдателя (в момент выполнения взлёта);  $\tau_{\text{ск}}$  – коэффициент пропускания стекла кабины;  $a$  – базовое расстояние;  $\hat{r}$  – единичный вектор направления на зрительный анализатор;  $E_{\omega}$  – пространственное распределение освещённости;  $-n$  – направление, обратное направлению распространения пучка излучения;  $S_{\text{зр}}$  – площадь зрачка зрительного анализатора;  $S_{\text{луча}}$  – площадь поперечного сечения луча.

В расчёте принимались: 10-кратное превышение порогового уровня освещённости уверенного распознавания

для ночного зрения; длина волны 540 нм; диапазон метеовидимости 0,2–5 км; базовое расстояние 30 м. Полученная мощность светового луча на выходе указателя направления взлёта составляет не менее 2 Вт.

При подлёте и зависании летательного аппарата над ВППл зрительная ориентировка ведётся по огням ближнего привода – протяжённым источникам света, для анализа восприятия которых целесообразно применять статистическую модель зрительного анализатора. Для восприятия огней с разных направлений, с дальности менее 200 м, их пространственное светораспределение должно характеризоваться осевой силой света 0,2–0,3 кд и углом излучения не менее  $120^\circ$  (т.е. силой света на сторонах угла излучения, равной половине осевой).

### Перспективы развития

К настоящему времени светотехническое оборудование авианесущих кораблей для взлётно-посадочных операций сформировалось во вполне сложившиеся комплексы, предоставляющие лётчику минимально необходимый объём визуально воспринимаемой информации. Новым направлением их развития в области ближнего привода может быть совершенствование способа предоставления информации. Учитывая быстрое развитие светопроекционной техники, многие огни ближнего привода (огни индикации крена, вертикального перемещения, посадочного «Т») можно заменить их проекционными картинками на элементах надстроек корабля. Это обеспечит лётчику комфорт-

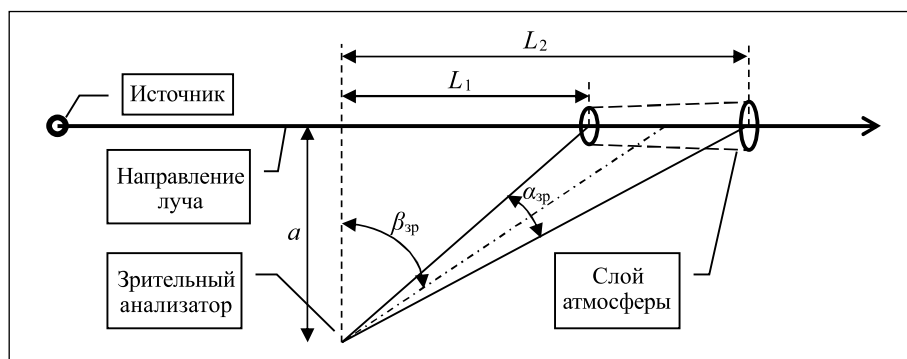


Рис. 5. Определение освещённости глаза наблюдателя, создаваемой рассеянным излучением. (Здесь «Источник» – прибор, формирующий световой луч)

ные условия для их наблюдения в момент зависания над палубой, когда необходим «сбор» большого объема информации о движении ВППЛ корабля.

## Заключение

Представленные в статье выражения для определения параметров световых полей и энергетических характеристик источников излучения в сочетании с применяемыми для анализа пороговой и статистической модели зрительного анализатора позволяют проводить моделирование систем дальнего и ближнего привода с целью определения параметров, наиболее полно отвечающих требованиям обеспечения полётов палубной авиации на авианесущих кораблях.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Васильев Д.В., Ларюшин А.И., Кормаков А.А.* Оптимизация процесса проектирования оптических систем светодиодных и лазерных комплексов для решения задач зрительной навигации на транспорте // *Электроника и электрооборудование транспорта*. – 2007. – № 2. – С. 40–44.
2. *Батусов С.В.* Светосигнальные установки. – М.: Энергия, 1979. – 120 с.
3. *Григорьев А.А., Коцавцев Н.Ф.* Определение вероятности обнаружения объектов на неравномерных фонах // *Труды Московского ордена Ленина энергетического института*. Вып. 316. Теоретические и прикладные вопросы светотехники: Темат. сборник, 1977. – М.: Изд-во МЭИ. – С. 15–18.
4. *Будак В.П., Савенков В.И.* Перенос оптического изображения в активно-импульсных системах локации // *Труды Московского энергетического института*. Вып. 602. Прикладная физическая оптика: Темат. сборник, 1983. – М.: Изд-во МЭИ. – С. 24–30.



**Васильев Дмитрий Викторович**, кандидат техн. наук. Окончил в 1993 г. МЭИ. Зам. главного конструктора ОАО «Раменский приборостроительный завод»



**Григорьев Андрей Андреевич**, доктор техн. наук, профессор. Окончил в 1972 г. МЭИ. Зам. заведующего кафедрой «Светотехника» НИУ «МЭИ»



**Ларюшин Александр Иванович**, доктор техн. наук, профессор. Окончил в 1968 г. Ульяновский политехнический институт. Научный консультант АО «НИИ «Полюс» им. М.Ф. Стельмаха»

## «Промышленная Светотехника – Петербург, 2017»: новый свет для города на Неве

3–6 октября 2017 г. в Санкт-Петербурге пройдёт 7-й инновационный салон светотехнических решений для промышленности, бизнеса, городской инфраструктуры «Промышленная Светотехника – Петербург, 2017». Выставка и деловая программа готовятся при поддержке российской ассоциации производителей светодиодов и систем на их основе (АПСС) и пройдут в ЦВК «Экспофорум» в рамках выставки «Энергосбережение и Энергоэффективность» и одновременно с выставкой «РосГазЭкспо».



Инновационный салон «Промышленная Светотехника» привлекает внимание широкого круга специалистов, решающих задачи в области освещения производственных и складских помещений, архитектурного и декоративного освещения, поставки осветительных приборов для офисов, торговых центров, учебных заведений, государственных учреждений и т.д., а также улично-дорожной сети, тоннелей, станций, мостов и эстакад.

Традиционно, в рамках инновационного салона организуется обширная деловая программа. В рамках Дня светотехники, который пройдёт 5 октября, специалисты смогут посетить семинары:

- «Современное освещение и светодизайн для торговых помещений как эффективный способ привлечения покупателей через создание комфортной световой среды» (приглашаются руководители предприятий торговли, общественного питания, торговых и бизнес-центров)
- «Взрывозащищённое осветительное и электротехническое оборудование отечественных производителей: новинки, опыт внедрения, успешные проекты» (приглашаются специалисты и главные энергетики газоперекачивающих станций, взрывоопасных производств (пищевая, химическая, ТЭК, ВПК)
- «Архитектурное, уличное и ландшафтное освещение на благо жителей и туристов: как преобразить городскую среду с помощью света?» (организуется при поддержке ГУП «Ленсвет», приглашаются специалисты администраций муниципальных образований, архитекторы, светодизайнеры)
- «Особенности проектирования аварийного освещения на производственных предприятиях»

Кроме того, состоится автобусная экскурсия: «Архитектурное освещение храмов Северной столицы», в рамках которой известные светодизайнеры расскажут об особенностях светового оформления храмовых комплексов, усилении визуального эффекта восприятия зданий и о повышении привлекательности и комфорта городской среды для жителей и туристов.

В 2016 г. в выставке и в деловой программе «Промышленная Светотехника» приняли ведущие поставщики светотехнических приборов и комплектующих в Северо-Западном регионе: *SDSBET*, «Лазер-Граффити», «Револайт», «Нева-Реактив», НТП «ТКА», «СафПласт», *IntiLED*, «ЛЕД-Эффект», «Руслед», «Фотон» и др. Экспозиция привлекла внимание более 1500 целевых посетителей.

Оргкомитет инновационного салона «Промышленная Светотехника – Петербург»: Тел: +7 (495) 287-4412, info@promlight-expo.ru