



DOI: 10.22184/1993-7296.FROs.2020.14.4.338.343

# Мобильные навигационные комплексы на отечественных суперярких светодиодах для освоения Арктики

Д. В. Васильев, А. И. Ларюшин  
ООО «НТП «Аэрооптика», Раменское, Моск. обл.,  
Россия

Рассмотрен потенциал возможностей светотехнических мобильных навигационных комплексов, обеспечивающих дальний привод летательных аппаратов по глиссаде. Основа комплекса – суперяркие монохромные светодиоды производства компании ООО «НПЦ ОЭП «ОПТЭЛ». Для сравнения характеристик светодиодов для задач навигации выбран новый параметр – распределение освещенности в плоскости, перпендикулярной оптической оси светодиода. Параметр влияет на массо-габаритные и тактико-технические характеристики проектируемых изделий.

**Ключевые слова:** монохромный мощный суперяркий светодиод, вторичная оптика, отражающая поверхность, линза Френеля, распределение освещенности, оптическая ось, оптическая система, угол расходимости светового потока, мобильный навигационный комплекс, глиссада

Статья получена: 21.03.2020

Принята к публикации: 23.04.2020

5 марта 2020 года президент РФ подписал Указ N164 «Об Основах государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года». В целях реализации указа правительство РФ в ближайшие дни представит в Совет Безопасности РФ проект стратегии развития Арктической зоны РФ до 2035 года.

# Mobile Navigation Complexes on Domestic Superior Leds for Development of The Arctic

D. V. Vasiliev, A. I. Laryushin  
LLC “Scientific and Production Enterprise” Aerooptika”,  
Ramenskoye, Moscow reg., Russia

The article discusses the possibility of creating lighting mobile navigation systems that provide long-range drive of aircraft along the glide path. System base – monochrome LEDs of LLC SPCOD “OPTEL”. A new parameter was proposed for navigation issues – the distribution of illumination in a plane perpendicular to the optical axis of the LED. The parameter affects the overall dimensions and tactical and technical characteristics of the designed products.

**Keywords:** monochrome powerful superbright LED, secondary optics, reflective surface, Fresnel lens, light distribution, optical axis, optical system, divergence angle of the light flux, mobile navigation system, glide path

Received: 21.03.2020

Accepted for publication: 23.04.2020

On March 5, 2020, the President of the Russian Federation signed Decree No. 164 “On the Basics of State Policy of the Russian Federation in the Arctic for the Period Until 2035”. In order to implement the decree, the Government of the Russian Federation in the coming days will submit to the Security Council of the Russian Federation a draft strategy for the development of the Arctic zone of the Russian Federation until 2035.

One of the priorities of this strategy will be the promotion of environmental technologies in transport, in particular, the revival and development of a network of aerodromes for small aircraft, as one of the most environmentally friendly modes of transport. The ongoing climate changes in the near future will make the Northern Sea Route safe and profitable for shippers, so the task of its aviation support is very important. This will require the restoration of the now abandoned



Одним из приоритетов этой стратегии будет продвижение природосберегающих технологий на транспорте, в частности возрождение и развитие сети аэродромов для малой авиации как одного из наиболее экологичных видов транспорта. Происходящие климатические изменения в ближайшем будущем сделают Северный морской путь безопасным и выгодным для грузоотправителей, поэтому задача его авиационного обеспечения является весьма важной. Это требует восстановления ныне заброшенных аэропортов, малых взлетно-посадочных площадок и полос, особенно на Севере и Дальнем Востоке. Дополнительным стимулом к этому является повышенный интерес к развитию хозяйственной деятельности в арктическом бассейне, поскольку в будущем до 30% всех углеводородов будут добывать в Арктике.

В настоящее время восстановление и создание большого количества новых взлетно-посадочных площадок, способных принимать различные типы летательных аппаратов малого и среднего класса, имеет значительные трудности. Их суть заключается в материальных затратах, учитывая удаленность от населенных пунктов и сложность оснащения таких площадок постоянно действующей дорогостоящей навигационной инфраструктурой. В этом случае особую актуальность приобретает создание недорогих мобильных светотехнических комплексов дальнего привода, решающих задачу приема летательного аппарата по глиссаде. Они должны обеспечивать быстрое развертывание на местности, иметь малое энергопотребление (единицы ватт для питания от переносного аккумулятора), гарантировать надежную работу в различных климатических зонах и безопасность при выполнении посадки ночью и днем в простых и сложных метеоусловиях.

Создание таких комплексов напрямую связано с применением малогабаритных мощных источников света, безопасных для визуального наблюдения, устойчивых к воздействию механических нагрузок и перепадов температуры. Подобным набором характеристик обладают только мощные суперяркие светодиоды.

В настоящее время рынок светотехнической продукции предлагает большой выбор разнообразных суперярких светодиодов. Для сужения зоны поиска мы рассматриваем только монохромные светодиоды, формирующие световой поток в конусе с полным углом раскрытия не более 40° по половинному снижению силы света.

airports, small runways and runways, especially in the North and the Far East. An additional incentive to this is the increased interest in the development of economic activity in the Arctic basin, since in the future up to 30 percent of all hydrocarbons will be produced in the Arctic.

Currently, the restoration and creation of a large number of new take-off and landing sites capable of accepting various types of aircraft of small and middle class has significant difficulties, including material ones, given the remoteness from the settlements and the difficulty of equipping such sites with a constantly operating expensive navigation infrastructure. In this case, the creation of inexpensive mobile lighting systems of long-distance drive, solving the problem of receiving the aircraft along the glide path, providing rapid deployment on the ground and having low power consumption (units of Watts for power from a portable battery), capable of working reliably in various climatic zones and providing safety during landing night and day in simple and difficult weather conditions.

The creation of such complexes is directly related to the use of small-sized powerful light sources that are safe for visual observation, resistant to mechanical stress and temperature changes. Such a set of characteristics only have powerful super-bright LEDs.

Currently, there is a wide variety of superbright LEDs on the lighting products market, therefore, to narrow the search area, only monochrome ones are considered that form the light flux in a cone with a full opening angle of no more than 40° to reduce the light intensity in half.

The world leaders in the lighting products market are foreign firms CREE, LUXEON, LUMILEDS, OSRAM, NICHIA, SEOUL, PHILIPS, etc. producing powerful LEDs and assemblies, both monochrome and white, the proportion of which is predominant, which explains the wide scope of their application for lighting purposes. The use of powerful monochrome LEDs is limited mainly by their use in architectural and advertising lighting [1-2].

The variety of applications for high-power LEDs has determined universality in the approach to their design – the LED module is composed of two parts: the LED itself or the assembly and located in the immediate vicinity of the secondary optical system that provides the collection and formation of the light flux. This universalism has many positive aspects, and at the same time, in the creation of such a highly specialized technique as the navigation system of the long-distance drive, a shortcoming of such a constructive solution of the LED module has been revealed.



На рынке светотехнической продукции мировыми лидерами являются зарубежные фирмы CREE, LUXEON, LUMILEDS, OSRAM, NICHIA, SEOUL, PHILIPS и т. д. выпускающие мощные светодиоды в виде стеков и сборок монохромного и белого цвета свечения для целей освещения. Применение мощных монохромных светодиодов ограничено в основном целями использования их в архитектурной и рекламной подсветке [1-2].

Разнообразие мест применения мощных светодиодов определили универсальность в их конструктивного исполнения. Светодиодный модуль состоит из двух частей: собственно светодиода или сборки и расположенной в непосредственной близости вторичной оптической системы для сбора и формирования светового потока. Этот универсализм имеет много положительных моментов. Но в тоже время в деле создания такой узкоспециализированной техники, как навигационный комплекс дальнего привода, обнаружен недостаток такого конструктивного решения светодиодного модуля.

Наиболее крупные фирмы, выпускающие вторичную оптику это LEDIL, KHATOD, FRAEN и т. д. Конструктивно выпускаемая этими фирмами вторичная оптика имеет много общего. Во-первых, элементы вторичной оптики расположены в непосредственной близости от источника света. Во-вторых, их форма в большинстве случаев приобретает вид конусообразной фигуры с элементами отражающей поверхности и, в некоторых случаях, линзой Френеля на торце. При высокой доле перехвата светового потока (более 75%) такая вторичная оптика обладает значительными поперечными размерами [3-8].

Отечественные светодиоды рассматриваются на примере продукции ООО «НПЦ ОЭП «ОПТЭЛ» (г. Москва). При меньшем, по сравнению с зарубежными производителями, объеме выпуска компания гибко реагирует на конкретные задачи заказчика, имея возможность адаптировать конструктивное исполнение корпуса светодиода под габаритный размер светотехнического изделия.

Сравнение выходных параметров зарубежных монохромных светодиодов с вторичной оптикой и монохромных светодиодов ООО «НПЦ ОЭП «ОПТЭЛ» показало, что у зарубежной продукции за счет больших габаритов поперечного сечения снижено значение такого важного для построения систем навигации параметра, как распределение освещенности в плоскости, расположенной за линзой и перпендикулярной оптической оси све-

The largest companies producing secondary optics are LEDIL, KHATOD, FRAEN, etc. Secondary optics, which are structurally produced by these companies, have much in common: their location is in the immediate vicinity of the light source and their shape is, in most cases, in the form of a cone-shaped figure with elements of a reflecting surface and, in some cases, a Fresnel lens at the end. With a high proportion of light flux interception (more than 75%), such secondary optics has quite significant transverse dimensions [3-8].

Domestic LEDs are considered on the example of products of LLC SPCOD "OPTEL", Moscow. With a smaller volume of output compared to foreign manufacturers, the company has the opportunity to adapt the design directly of the LED housing for the specific task being solved, which ensures a smaller overall size of the lighting product.

Comparison of the output parameters of foreign monochrome LEDs with secondary optics and monochrome LEDs of LLC SPCOD "OPTEL" revealed that for foreign products due to the large dimensions of the cross section, the value of such an important parameter for building navigation systems as the distribution of illumination in the plane located behind the lens is reduced and perpendicular to the optical axis of the LED. Considering the fact that in a navigation complex the light source (with or without secondary optics) works in conjunction with remote optical systems, this parameter directly determines the dimensions of the product, which is especially important for creating small-sized mobile navigation systems. A comparison of the LED parameters is illustrated in Fig. 1.

The analysis was carried out for single-chip high-power monochrome LEDs with secondary optics (foreign manufacturers) and similar in terms of power consumption and total opening angle of the generated luminous flux at a level of 0.5 of the maximum light intensity ( $\Theta_{1/2}$ ) of monochrome domestic LEDs of LLC SPCOD "OPTEL" Moscow. The results revealed the superiority of domestic monochrome LEDs, which are 1.4 times superior to foreign samples in this parameter. Since this parameter is largely decisive, this allowed us to conclude that the use of monochrome high-power LEDs of LLC SPCOD "OPTEL" is optimal for creating small-sized mobile lighting systems for long-distance drives that solve the problem of receiving an aircraft along a glide path.

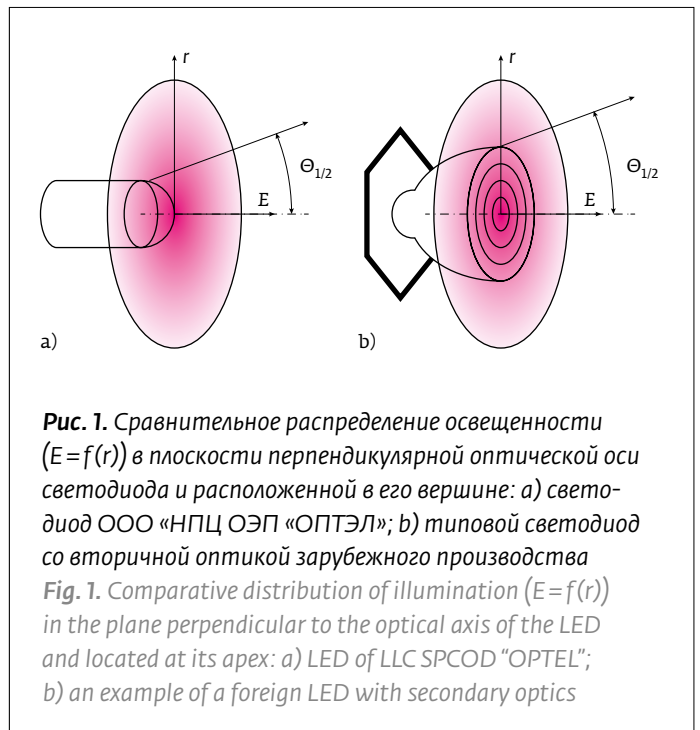
STE "Aerooptics", in accordance with the terms of reference for experimental design work approved by the director and coordinated with the head of the flight service of the FSUAE MES RF, developed the AERU.461523.002 Fig. 2 mobile glide slope beacon [2].

одиода. Учитывая тот факт, что в навигационном комплексе источник света (с вторичной оптикой или без) работает в сочетании с удаленными оптическими системами, этот параметр напрямую определяет габариты изделия, что особенно важно для создания малогабаритных мобильных навигационных комплексов. Сравнение параметров светодиодов поясняет рис. 1.

Анализ проводился для однокристалльных мощных монохромных светодиодов с вторичной оптикой (зарубежных производителей) и аналогичных по потребляемой мощности и величине полного угла раскрытия сформированного светового потока по уровню 0,5 от максимальной силы света ( $\Theta_{1/2}$ ) монохромных отечественных светодиодов ООО «НПЦ ОЭП «ОПТЭЛ» (г. Москва). Полученные результаты выявили превосходство отечественных монохромных светодиодов по указанному параметру в 1,4 раза. Поскольку данный параметр является во многом определяющим, это позволило уверенно говорить об оптимальности использования монохромных мощных светодиодов ООО «НПЦ ОЭП «ОПТЭЛ» в малогабаритных мобильных светотехнических комплексах дальнего привода, решающих задачу приема летательного аппарата по глиссаде.

НТП «Аэрооптика» в соответствии с техническим заданием на опытно-конструкторскую работу, утвержденным директором и согласованным с начальником летной службы ФГУАП МЧС РФ, разработало мобильный глиссадный маяк АЕРУ.461523.002 рис. 2 [2].

Подбор светодиодов на основе предложенного выше параметра позволил при сохранении минимальных массо-габаритных параме-



**Рис. 1.** Сравнительное распределение освещенности ( $E=f(r)$ ) в плоскости перпендикулярной оптической оси светодиода и расположенной в его вершине: а) светодиод ООО «НПЦ ОЭП «ОПТЭЛ»; б) типовой светодиод со вторичной оптикой зарубежного производства  
**Fig. 1.** Comparative distribution of illumination ( $E=f(r)$ ) in the plane perpendicular to the optical axis of the LED and located at its apex: а) LED of LLC SPCOD "OPTEL"; б) an example of a foreign LED with secondary optics

The selection of LEDs based on the parameter proposed above made it possible to maintain the following technical characteristics while maintaining the minimum mass and dimensional parameters of the beacon:

Light field from three sectors:

- upper (above the glide path) ..... yellow;
- central (on the glide path) ..... green;
- lower (below the glide path) ..... red.

**At night:**

with meteorological visibility range (MDV) = 15 km:

- detection range, km ..... not less than 20;

## ДВУМЕРНАЯ СОЛЬ

Поваренная соль или хлорид натрия (NaCl) – продукт, который присутствует в каждом доме и на любой кухне. Соль просто необходима для поддержания жизнедеятельности человека. С научной точки зрения, NaCl – это классический представитель ионного кристалла, обладающий гранецентрированной кубической решеткой с базисом из двух разноименных ионов: натрия и хлора. Проще говоря, натрий и хлор чередуются друг с другом в такой структуре. Однако в работе [К.А. Tikhomirova et al. J. Phys. Chem. Lett. 2020; 11: 3821] российские специалисты

предложили, теоретически обосновали и синтезировали, скажем прямо, достаточно экзотическую систему того же химического состава, которая существенно отличается от привычной соли и представляет собой низкоразмерный квазидвумерный кристалл, очень похожий по строению на графен или гексагональный нитрид бора hBN. Им удалось провести успешный синтез и осадить NaCl на поверхность алмаза, что подтвердила совокупность общепринятых методик структурного анализа (сканирующая электронная микроскопия, просвечивающая электронная

микроскопия и рентгеноструктурный анализ). В перспективе помимо фундаментального интереса двумерный NaCl вполне сможет проявить свои уникальные свойства в нанoeлектронике. По мнению авторов, сильная связь с поверхностью алмаза и приличная ширина запрещенной зоны (6,5 эВ) делают двумерный NaCl оптимальным наноматериалом для использования в полевых транзисторах вместо, например, того же hBN.

По материалам: М. Маслов,  
Перст, 2020, том 27, выпуск 11 / 12





**Рис. 2.** Мобильный глиссадный маяк АЕРУ.461523.002 НТП «Аэрооптика» на основе монохромных мощных светодиодов ООО «НПЦ ОЭП «ОПТЭЛ»  
**Fig. 2.** Mobile glide path beacon AERU.461523.002 STE "Aerooptics" based on monochrome high-power LEDs of LLC SPCOD "OPTEL"

тров маяка обеспечить следующие технические характеристики:

Световое поле из трех секторов:

- верхний (выше глиссады) ..... желтый цвет;
- центральный (на глиссаде) ..... зеленый цвет;
- нижний (ниже глиссады) ..... красный цвет.

**В ночных условиях:**

при метеорологической дальности видимости (МДВ) = 15 км:

- дальность обнаружения, км ..... не менее 20;
- дальность уверенного распознавания, км ..... не менее 15;

при МДВ = 800 метров:

- дальность уверенного распознавания, км ..... не менее 2,5;

при МДВ = 100 метров:

- дальность уверенного распознавания, м ..... не менее 500.

Потребляемая мощность, Вт ..... не более 20.

Напряжение питания

постоянного тока, В ..... 12.

Рабочие температуры, °С ..... от -40 до 55.

Габариты (максимальные), мм ..... 320×275×240.

Масса, кг ..... не более 5.

Время развертывания

в рабочее положение, мин ..... не более 5.

Мобильный глиссадный маяк АЕРУ.461523.002 прошел цикл летных испытаний, проведенных авиаотрядом МЧС на аэродроме Летно-исследовательского института им. М. М. Громова (г. Жуковский, Московская область). Вид маяка в развернутом положении приведен на рис. 3.

Облеты проводились с применением вертолета МИ-8. По результатам летных испытаний получено положительное заключение.

- range of reliable recognition, km ..... not less than 15;  
with MDV = 800 meters:
  - range of reliable recognition, km ..... not less than 2.5;  
with MDV = 100 meters:
  - range of confident recognition, m ..... not less than 500.
- Power consumption, W ..... no more than 20.  
 Supply voltage of a direct current, V ..... 12.  
 Operating temperatures, °C ..... from -40 to 55.  
 Dimensions (maximum), mm ..... 320×275×240.  
 Weight, kg ..... no more than 5.  
 Deployment time to working position, min ..... no more than 5.

AERU.461523.002 mobile glide path beacon passed a flight test cycle conducted by the Emergencies Squadron at the aerodrome of the Flight Research Institute named after M. M. Gromova (Zhukovsky, Moscow region). The beacon in the expanded position is shown in Fig. 3.

The flights were carried out using a MI-8 helicopter. Based on the results of flight tests, a positive conclusion was obtained.

Subsequently, the AERU.461523.002 mobile glide slope beacon was tested and tested at the Cheremshanka airfield in Krasnoyarsk. The operation was carried out by helicopter air squadron of the Sibaviatrans OJSC flight complex under conditions of a limited flight range in the aerodrome zone. According to the results of trial operation, a positive conclusion is obtained. The product is protected by a patent for an invention



**Рис. 3.** Мобильный глиссадный маяк АЕРУ.461523.002 НТП «Аэрооптика» во время проведения летных испытаний

**Fig. 3.** AERU.461523.002 mobile glide path beacon of STE "Aerooptics" during flight tests

В дальнейшем мобильный глиссальный маяк АЕРУ.461523.002 проходил испытания и опытную эксплуатацию на аэродроме Черемшанка (г. Красноярск). Эксплуатация проводилась вертолетной авиаэскадрилей летного комплекса ОАО «Сибавиатранс» в условиях ограниченной дальности полета в зоне аэродрома. По результатам опытной эксплуатации получено положительное заключение. Изделие защищено патентом на изобретение и имеет сертификат соответствия в системе сертификации ГОСТ Р.

## ВЫВОДЫ

Результаты испытаний позволяют рекомендовать к применению разработанные на отечественной светотехнической элементной базе мобильные глиссальные маяки для размещения на любых типах аэродромов, необорудованных посадочных площадках, посадочных площадках буровых платформ с целью формирования визуально воспринимаемой информации о глиссе снижения летательного аппарата для обеспечения безопасной посадки в простых и сложных метеоусловиях ночью и днем. Это представляется очень важным в деле освоения Арктического побережья и восстановления взлетно-посадочных площадок и полос для малой авиации на территории России, а также для экстренного приема воздушных судов при работах, проводимых при чрезвычайных ситуациях.

## REFERENCES

1. **Байнева И. И., Байнев В. В.** Оптические системы для светодиодов. *Фотоника*. 2016: 6; 84–92.  
Bayneva I. I., Baynev V. V. Optical systems for light-emitting diodes. *Photonics Russia*. 2016: 6; 84–92.
2. **Васильев Д. В., Ларюшин А. И.** Исследование влияния внешних факторов на работу навигационного комплекса на суперъярких светодиодах. *Фотоника*. 2017: 63 (3); 98–104. DOI: 10.22184/1993–7296.2017.63.3.98.104.  
Vasiliev D. V., Larushin A. I. Investigation of the influence of external factors for work of the navigation complex on superior LEDs. *Photonics Russia*. 2017: 63 (3); 98–104. DOI: 10.22184/1993–7296.2017.63.3.98.104.
3. <https://www.prosoft.ru/products/brands/xlight/moshehnye-svetodiody-cree>.
4. [http://www.mitinor.ru/category\\_86.html](http://www.mitinor.ru/category_86.html).
5. <https://www.osram.ru/os/products>.
6. <http://www.optelcenter.ru/ru/Products.htm>.
7. <https://www.ledil.com/ru/produktsiya>.
8. <http://www.khatodrussia.ru>.

## АВТОРЫ

Васильев Дмитрий Викторович, доктор технич. наук, директор, ООО «НТП «Аэрооптика»; e-mail: vasiliev1969@yandex.ru, Раменское, Моск. обл., Россия  
ORCID: 0000-0002-8965-9260

Ларюшин Александр Иванович, доктор технич. наук, профессор, ООО «НТП «Аэрооптика»; e-mail: alarushin@mail.ru, Раменское, Моск. обл., Россия  
ORCID: 0000-0003-4782-8107

and has a certificate of conformity in the GOST R certification system.

## CONCLUSIONS

The obtained results allow us to recommend the use of mobile glide path lighthouses developed on a domestic lighting technology element base for placement on any type of aerodromes, unequipped landing sites, landing platforms of drilling platforms in order to generate visually perceptible information about the glide path for reducing the aircraft to ensure a safe landing in simple and difficult weather conditions night and day. This seems to be very important in the development of the Arctic coast and the restoration of runways and landing strips and strips for small aircraft in Russia, as well as for emergency reception of aircraft during operations carried out in emergency situations.

## AUTHORS

Vasiliev Dmitry Viktorovich, Doctor of Technical Science, Director, LLC "Scientific and Production Enterprise "Aerooptika"; e-mail: vasiliev1969@yandex.ru, Moscow Region, Ramenskoye, Russia.  
ORCID: 0000-0002-8965-9260

Laryushin Alexander Ivanovich, doctor of technical science, professor, LLC "Scientific and Production Enterprise "Aerooptika"; e-mail: alarushin@mail.ru, Moscow Region, Ramenskoye, Russia.  
ORCID: 0000-0003-4782-8107



**For us, optical fiber is as pure as nature.**

**WE LOVE PURE RESULTS**  
Fishing but also the fiber draw process require concentration, time and reflection. The purity of nature as well as high quality telecom fiber technology are found here in Finland. Latest improvements result in 3000 m/min - speed and precision for your success.

rosendahlnextrom.com

KNILL GRUPP MADE IN EUROPE