



УДК 628.987

**В.Е. Казарин, Т.А. Володькина**  
V.Ye. Kazarin, T.A. Volodkina

## КРИТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ И КАЧЕСТВЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА И СВЕТОВЫХ ПРИБОРОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМ ОСВЕЩЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ И ОРГАНИЗАЦИЙ

### CRITICAL ANALYSIS OF THE REGULATORY AND TECHNICAL DOCUMENTS OF QUANTITATIVE AND QUALITATIVE PARAMETERS OF LIGHT SOURCES AND LIGHT DEVICES IN DESIGNING LIGHTING SYSTEMS FOR AGRICULTURAL ENTERPRISES AND ORGANIZATIONS

**Ключевые слова:** светодиод, коэффициент запаса, освещение, энергоэффективность, световой прибор, нормативно-техническая база, источник света, проектирование.

Рассмотрены проблемы несовершенства нормативно-технической базы количественных параметров светодиодных осветительных приборов, предложены пути решения данной проблемы. Проанализированы 3 нормативно-технические базы количественных и качественных параметров осветительных установок, методики расчета систем освещения, приведены основные формулы, которые демонстрируют влияние нормативно-технических баз на параметры внутреннего общего, наружного, эвакуационного и аварийного освещения выбранного объекта. Анализ влияния нормативно-технических баз на количественные параметры осветительной установки на примере расчета внутреннего освещения светодиодными световыми приборами сельхозпредприятия позволил выявить ряд функциональных зависимостей: энергоэффективности осветительной установки от нормируемых светотехнических параметров; показателей освещенности от нормируемых светотехнических параметров; количества светодиодных источников от выбранной методики расчета и нормируемых светотехнических параметров. Проведенное исследование имеет большую практическую значимость, так как выявило несовершенство нормативно-технической документации и базы в области

светотехнического проектирования, в области определения количественных и качественных светотехнических параметров и показателей. Усовершенствованная нормативно-техническая база позволит использовать светодиодные источники света и световые приборы при проектировании новых осветительных установок сельхозпредприятий и организаций. Анализируя работу, выявлено, что в настоящее время актуальная проблема систем освещения – это низкая энергоэффективность осветительных установок сельхозпредприятий и организаций, невыполнение программ по внедрению энергосберегающих технологий. На основании всестороннего критического анализа нормативно-технических баз количественных и качественных параметров источников света и световых приборов предлагается усовершенствовать документ ОСТ-АПК 2.10.24.001-04 путем дополнения базы показателей.

**Keywords:** light emitting diode (LED), safety factor, lighting, energy efficiency, light device, regulatory and technical documents, light source, designing.

This paper discusses the problems associated with the regulatory and technical documents of quantitative parameters of LED lighting devices, the ways to solve this problem are proposed. Three regulatory and technical frameworks of quantitative and qualitative parameters of lighting installations, methods for calculating lighting systems, basic formulas that demonstrate the impact of regu-

latory and technical databases on the parameters of general, outdoor, evacuation and emergency lighting facilities are analyzed. The analysis of the influence of the regulatory and technical documents on the quantitative parameters of the lighting installation by using the example of calculating the interior lighting with LED lighting devices revealed a number of functional dependencies: the dependence of energy efficiency of the lighting installation on the normalized lighting parameters; indicators of illumination on normalized lighting parameters; the number of LED sources on the calculation of parameters and normalized lighting parameters. The improved regulatory and technical framework will allow using LED light sources and

lighting devices in the designing of new lighting installations of agricultural enterprises and organizations. Currently, there is an urgent problem of lighting systems: low energy efficiency of lighting installations of agricultural enterprises and organizations, as well as the failure to implement programs for the introduction of energy-saving technologies. Based on a comprehensive critical analysis of the regulatory and technical frameworks of the quantitative and qualitative parameters of light sources and light devices, it is proposed to improve the OSN-APK 2.10.24.001-04 document by supplementing the base of indicators.

**Казарин Владимир Евгеньевич**, аспирант, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. E-mail: kazarin-08@mail.ru.

**Володькина Тамара Александровна**, преп., Санкт-Петербургское государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение «Академия транспортных технологий». E-mail: tamarav-17@mail.ru.

**Kazarin Vladimir Yevgenyevich**, post-graduate student, St. Petersburg State Agricultural University. E-mail: kazarin-08@mail.ru.

**Volodkina Tamara Aleksandrovna**, Asst. Prof., St. Petersburg Academy of Transportation Technologies. E-mail: tamarav-17@mail.ru.

### Введение

Полупроводниковый прибор с электронно-дырочным переходом, который известен всем под названием – светодиод или светоизлучающий диод, уже не одно десятилетие используется в светотехнике. На основе светоизлучающих диодов изготавливают осветительное светодиодное оборудование, затрагивающее практически все области жизнедеятельности человека: общее внутреннее и наружное, архитектурно-художественное и сельскохозяйственное, ландшафтное и уличное, промышленное, специальное и др. [1].

Использование светодиодного освещения в сельхозпредприятиях и организациях наиболее перспективно при освещении оранжерей, теплиц, помещений для содержания скота, переработки с.-х. продукции и т.п. Сегодня в большинстве тепличных осветительных системах используются, адаптированные для теплиц натриевые лампы высокого давления – так называемые аграрные натриевые (ДНаТ) источники света (далее ИС). У данных ламп только треть затраченной энергии преобразуется в полезное излучение, эффективное для фотосинтеза, а это означает, что вырабатывается много лишнего тепла. Применение светодиодных световых приборов (далее СП) помогает обеспечить большее соответствие спектра

излучения аграрного СП спектру эффективности фотосинтеза и позволяет существенно снизить затраты на электроэнергию.

Светодиодные СП имеют ряд преимуществ над своими предшественниками с ИС типа: ДНаТ, ДРЛ, ЛХБ и т.п., но сегодня светотехнических проектов по с.-х. предприятиям, основанных на светодиодном освещении, очень мало.

Причина кроется в несовершенстве нормативно-технической базы в области светотехнического проектирования для определения количественных и качественных светотехнических параметров и показателей.

**Целью** научного исследования является совершенствование нормативно-технической базы светотехнических количественных, качественных параметров источников света и световых приборов и нормативно-технической документации, используемой в светотехнических расчетах.

Для достижения поставленной цели (совершенствование методик расчета освещения, нормативно-технической базы светотехнических параметров источников света и световых приборов) необходимо произвести:

- критический анализ нормативно-технической базы количественных и качественных параметров источников света и световых приборов;

- анализ влияния нормативно-технической документации на методики расчета искусственного освещения.

При проектировании искусственного освещения необходимо учитывать ряд важных требований, которые предъявляются к световым приборам, источникам света, нормируемой освещенности, расчетным коэффициентам, методам установки и т.п. [2].

В ходе исследования были выстроены функциональные зависимости:

- энергоэффективности осветительной установки от нормируемых светотехнических параметров;
- показателей освещенности от нормируемых светотехнических параметров;
- количества светодиодных источников от выбранной методики расчета и от нормируемых светотехнических параметров.

Проведенное исследование имеет большую практическую значимость, так как выявило несовершенство нормативно-технической документации и базы в области светотехнического проектирования, в области определения количественных и качественных светотехнических параметров и показателей.

### Материалы, методы и объекты исследования

Для критического анализа нормативно-технической базы количественных и качественных параметров источников света и световых приборов был произведен расчет искусственного освещения выбранного объекта (триема методами).

Анализ документации проводился на основании расчета светотехнического проекта фермерского хозяйства (телятника).

Основной акцент при рассмотрении нормативно-технической базы количественных и качественных параметров источников света и световых приборов сделан на отраслевые строительные нормы освещения (ОСН-АПК 2.10.24.001-04) [3]. В ОСН-АПК 2.10.24.001-04 освещены вопросы:

- естественного освещения;
- искусственного освещения;

- видов источников света и светильников в сельском хозяйстве;

- требований к электрической части ОУ;
- эксплуатационных требований к проектированию ОУ;
- требований к технике безопасности;
- требований к коэффициенту запаса.

При проектировании освещения помещений вновь строящихся и реконструируемых сельскохозяйственных зданий, сооружений и площадок сельскохозяйственных предприятий, должны соблюдаться нормативы, указанные в [3].

Здесь представлены следующие количественные параметры по искусственному освещению:

- нормы освещенности [3, табл. 3-19];
- режимы работы ОУ;
- показатели коэффициента запаса.

Вторым по важности документом для анализа стал Свод правил СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение [4]. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*[5].

В [4] представлены следующие требования и параметры:

- нормируемые значения освещенности;
- нормируемые значения яркости дорожных покрытий;
- требования к качественным и количественным параметрам освещения помещений предприятий, помещений жилых, общественных и административно-бытовых зданий [4, табл. 1 с учетом требований п.п. 7.5, 7.6, табл. 2, прил. И];
- коэффициент запаса ( $K_3$ ) при проектировании естественного, искусственного и совмещенного освещения [4, табл. 3].

Третий по важности документ при проектировании освещения является СП 31-110-2003 Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий [6].

В работе рассмотрены и другие нормативно-технические документы и базы, используемые при проектировании систем искусственного освещения: СНиП 23-05-95, СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03, ПУЭ [7], НПБ 105-95, НПБ 201-96, ППБ 01-03, ППБ 04-76, СП 11-107-98, НПБ 88-2001 и другие строительные нормы и нормы технологического проектирования.

**Результаты исследований**

Критический анализ нормативно-технической базы количественных и качественных параметров источников света и световых приборов на основании трех документов представлен в [3, 4, 6].

В таблице 1 приведен анализ наличия количественных и качественных параметров ИС и СП, для трех типов ИС: накаливания (Н), газоразрядные (Л, Г, Р, Ж), светодиодные (Д) по двум документам.

Анализ показателей по трем нормативно-техническим базам качественных и количественных параметров при проектировании искусственного освещения представлен в таблице 2.

При проектировании освещения во всех трех методах используются коэффициенты. Одним из таких коэффициентов является коэффициент за-

паса. Произведем критический анализ значений коэффициента запаса по трем нормативно-техническим базам (табл. 3).

Значение коэффициента запаса влияет на качественные и количественные показатели осветительной установки (далее ОУ) (количество СП, коэффициент пульсации, показатели ослепленности и т.п.).

На данный момент при проектировании ОУ коэффициент запаса берется согласно заявленному значению каждого конкретного производителя. В работе проанализированы каталоги трех производителей светотехнического оборудования [8-10]. Анализ влияния коэффициента запаса на расчетные показатели ОУ представлен в таблице 4.

Таблица 1

**Анализ светотехнических показателей относительно ИС**

Тип ИС	ОСН-АПК 2.10.24.001-04			СП 52.13330.2011		
	Н	Л, Г, Ж, Р	Д	Н	Л, Г, Ж, Р	Д
Освещённость, лк	-	-	-	+	+	-
Коэффициент запаса, $k_z$	+	+	-	+	+	-
Яркость	-	-	-	+	+	-
Рекомендованные ИС	+	+	-	+	+	-
$K_{п}$	х	+	-	х	+	
Характеристика зрительной работы	+	+	-	+	+	-
Показатель дискомфорта	-	-	-	+	+	-
Виды освещения	+			+		
КЕО	+	+	-	+	+	-

Таблица 2

**Анализ светотехнических характеристик**

Документ	СП 52.13330.2011	СП 31-110-2003	ОСН-АПК 2.10.24.001-04
Освещённость, лк	+	+	+
Коэффициент запаса $k_z$	+	-	+
Яркость	+	-	-
Рекомендованные ИС	-	-	+
Коэффициент пульсации $K_{п}$	+	-	-/+
Характеристика зрительной работы	+	+	+
Показатель дискомфорта	+	-	-
Виды освещения	+	+	+
Коэффициент естественного освещения (КЕО)	+	+	+
Наличие информации по светодиодным ИС	нет	нет	нет

Анализ значений коэффициента запаса

База	Тип помещения	СП и ИС	Рекомендованные коэффициенты запаса $K_3$
СП 52.13330.2011	+	[Приложение Г]	От 1,3 до 2,0
СП 31-110-2003	+	[Таблица 4.6]	От 1,3 до 1,8
ОСН-АПК 2.10.24.001-04	-	[Раздел 7]	От 1,15 до 1,3

Анализ влияния коэффициента запаса на расчетные показатели ОУ

Метод расчета ОУ	Формула [11].	Вид освещения	Показатель
Метод коэффициента использования	$N_{\text{свi}} = \frac{E_{\text{нормi}} \times S_i \times Z \times K_{\text{зап}}}{\Phi_{\text{стi}} \times \eta_i \times n_{\text{ли}}}$	Общее, комбинированное	Количество СП, ед.
Точечный метод расчета	$E'_{\text{ГAi}} = \frac{I_{\alpha i} \times \cos^3 \alpha_i}{H_{\text{расч.}}^2 \times K_{\text{зап}}}$	Эвакуационное, аварийное, наружное	Освещенность $E$ , лк
Метод удельной мощности	$W = \frac{E \times K_{\text{зап}} \times Z}{\eta \cdot n}$	Общее	Удельная активная мощность $W$ , Вт/м <sup>2</sup>

### Выводы

Проведя анализ данных, представленных в таблицах 1-4, сделаем заключение: в нормативно-технических базах нет данных по светодиодным ИС, нет показателей по коэффициенту запаса для светодиодных СП помещений и объектов АПК. Использование несовершенных нормативно-технических баз приводит к:

- завышению энергопотребления осветительной установки;
- увеличению электрических нагрузок;
- увеличению количества ИС и СП (по коэффициенту запаса приводит к увеличению количества СП от 15 до 100%).

Предлагается усовершенствовать документ ОСН-АПК 2.10.24.001-04 путем дополнения базы показателей:

- освещенности;
- яркости;
- КЕО;

- цилиндрической освещенности;
- дискомфорта;
- коэффициента пульсации;
- допустимых сочетаний показателей ослепленности;
- коэффициента запаса.

Усовершенствованная нормативно-техническая база позволит использовать светодиодные ИС и СП при проектировании новых ОУ с.-х. предприятий и организаций. Выявлено, что в настоящее время актуальная проблема систем освещения – это низкая энергоэффективность ОУ с.-х. предприятий и организаций.

На основании всестороннего критического анализа нормативно-технических баз количественных и качественных параметров источников света и световых приборов выявлено, что светодиодное освещение не применяется в системе АПК по причине отсутствия нормативных данных по СД светильникам в директивных документах.

## Библиографический список

1. Беззубцева М.М., Карпов В.Н., Волков В.С. Обеспечение безопасности сельских регионов путем мониторинга энергетических систем и совершенствования технических средств: монография. – СПб.: СПбГАУ, 2009. – 265 с.
2. Справочная книга по светотехнике / под ред. Ю.Б. Айзенберга. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Знак, 2006. – 972 с.
3. ОСН-АПК 2.10.24.-001-04 «Нормы освещения сельскохозяйственных предприятий, зданий, сооружений».
4. СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение».
5. СНиП 23-05-95\* «Естественное и искусственное освещение (с Изменением N 1)».
6. СП 31-110-2003 «Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий».
7. ПУЭ Правила устройства электроустановок. Издание 7.
8. Каталог продукции «АСТЗ». – 2015 – 302 с.
9. <http://galad.ru/catalog/special/greenhouse/>.
10. <http://svetlanaled.ru/magazin/folder/osveshcheniye-promyshlennykh-obyektov>.
11. Кнорринг Г.М., Фадин И.М., Сидоров В.Н. Справочная книга для проектирования электрического освещения. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Энергоаомиздат; Санкт-Петербургское отделение, 1992. – 448 с.

## References

1. Bezzubtseva M.M., Karpov V.N., Volkov V.S. Obespechenie bezopasnosti selskikh regionov putem monitoringa energeticheskikh sistem i sovershenstvovaniya tekhnicheskikh sredstv: monografiya. – SPb.: SPbGAU, 2009. – 265 s.
2. Spravochnaya kniga po svetotekhnike / pod red. Yu. B. Ayzenberga; 3-e izd. pererab. i dop. – M.: Znak, 2006. – 972 s.
3. OSN-APK 2.10.24.-001-04 «Normy osveshcheniya selskokhozyaystvennykh predpriyatiy, zdaniy, sooruzheniy».
4. SP 52.13330.2011 «Yestestvennoe i iskusstvennoe osveshchenie».
5. SNiP 23-05-95\* «Yestestvennoe i iskusstvennoe osveshchenie (s Izmeneniem N 1)».
6. SP 31-110-2003 «Proektirovanie i montazh elektroustanovok zhilykh i obshchestvennykh zdaniy».
7. PUE Pravila ustroystva elektroustanovok. Izdanie 7.
8. Katalog produktsii «ASTZ» 2015. – 302 s.
9. <http://galad.ru/catalog/special/greenhouse/>.
10. <http://svetlanaled.ru/magazin/folder/osveshcheniye-promyshlennykh-obyektov>.
11. Knorring G.M. Spravochnaya kniga dlya proektirovaniya elektricheskogo osveshcheniya / G.M. Knorring, I.M. Fadin, V.N. Sidorov. – 2-e izd., pererab. i dop. – SPb.: Energoaomizdat. Sankt-Peterburgskoe otdelenie, 1992. – 448 s.: il.

