

6. Pat. No. 2233067 RU, MPK⁷ A 01F 12/46. Kovshovyy elevator / Lobanov V.I., Syrtsov M.V.; zayavitel i patentoobladatel Lobanov V.I. – Zayavka No. 2003107305; zayavl. 17.03.2003; opubl. 27.07.2004, Byul. No. 21. – 5 s.

7. Pat. No. 2254279 RU, MPK⁷ V65G 17/12. Kovshovyy elevator / Lobanov V.I., Karmanov S.V.; zayavitel i patentoobladatel Lobanov V.I. – Zayavka No. 2003119932; zayavl. 01.07.2003; opubl. 20.06.2005, Byul. No. 17. – 5 s.



УДК 628.987

В.Е. Казарин
V.Ye. Kazarin

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ОСВЕЩЕНИЯ МЕТОДОМ УДЕЛЬНОЙ МОЩНОСТИ СВЕТОДИОДНЫМИ СВЕТОВЫМИ ПРИБОРАМИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ И ОРГАНИЗАЦИЙ

IMPROVING THE METHODOLOGY FOR CALCULATING THE ILLUMINATION BY THE POWER DENSITY METHOD OF LED LIGHTING DEVICES OF AGRICULTURAL ENTERPRISES AND ORGANIZATIONS

Ключевые слова: метод, коэффициент запаса, удельная мощность, энергоэффективность, световой прибор, нормативно-техническая, коэффициент отражения, источник света, проектирование.

Рассмотрены методики расчета освещения, проанализирован расчет освещения методом удельной мощности светодиодными световыми приборами сельхозпредприятий и организаций, разработаны предложения по совершенствованию методики расчета. Анализ полученных результатов производился на основании расчетов, которые позволили выявить основные проблемы применения расчета освещения методом удельной мощности. На основе данных таблиц статьи можно сделать вывод, что численное значение удельной мощности зависит от типа светильника, вида источника света, коэффициентов отражения светового потока. На основании исследования разработан план совершенствования методики расчета освещения методом удельной мощности путем разработки универсальных таблиц коэффициентов запаса и универсальных таблиц для определения значений удельной мощности светодиодных светильников и светильников с люминесцентными лампами последнего поколения. Для сокращения объемов расчета освещения рекомендовано использовать метод удельной мощности при проектировании систем освещения сельхозпредприятий и организаций. Проведенная работа имеет практическую значимость. Применение усовершенствованного метода удельной мощности при расчете общего, равномерного, освещения светодиодными светильниками приведет к повышению качества освещения и снизит энергоемкость осветительных установок сельхозпредприятий и организаций. Впервые предлагается рассмотреть зна-

чение удельной мощности для светодиодных светильников.

Keywords: method, safety factor, specific power, energy efficiency, light device, regulatory and technical documents, reflectance, light source, design.

The paper discusses the methods of illumination calculation; the illumination is also calculated by specific power method of LED lighting devices at agricultural enterprises and organizations; the proposals for improving the method of calculation are developed. The analysis of the obtained results was carried out on the basis of calculations which made it possible to identify the main problems of applying the calculation of illumination by specific power method. According to the tables, it may be concluded that the numerical value of the specific power depends on the type of the lamp, the type of light source, and the reflection coefficients of the light flux. Based on the study, a plan has been developed to improve the methodology for calculating the illumination by specific power method by developing universal tables of safety factors and universal tables for determining specific power values of LED lamps with the latest generation fluorescent lamps. To reduce the amount of lighting calculation, it is recommended to use specific power method when designing lighting systems for agricultural enterprises and organizations. The research work is of practical significance: the use of improved specific power method in the calculation of general, uniform illumination with LED lamps will lead to improvement of quality of illumination and reduce the energy intensity of lighting installations of agricultural enterprises and organizations. For the first time, it is proposed to consider the values of specific power for LED lamps.

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

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

Введение

При проектировании светодиодного освещения необходимо учитывать ряд очень важных требований, которые предъявляются как к светильнику, так и к светодиодам, установленным в них. Несоблюдение этих правил при проектировании может привести к нежелательным последствиям, вплоть до выхода из строя самого прибора освещения, к снижению качества освещения [1].

При проектировании освещения следует тщательно подходить к выбору методики расчета освещения. Применяются следующие методы расчета:

- 1) точечный метод расчета;
- 2) метод коэффициента использования светового потока;
- 3) метод удельной мощности [2].

Первый и второй методы являются самыми распространёнными. Первый метод применяется для расчета аварийного освещения, эвакуационного или антипанического освещения, а также при проектировании наружного освещения. Второй метод используется в основном для расчета общего внутреннего освещения [3].

Расчет освещения третьим способом – методом удельной мощности сегодня в проектах встречается крайне редко. Данный метод подходит для расчета общего равномерного освещения.

Почему же третий метод расчета освещения так редко используется на практике? С какими трудностями встречаются специалисты при проектировании систем освещения с.-х. предприятий и организаций?

Цель исследования – формирование предложений по совершенствованию методики расчета освещения методом удельной мощности светодиодными световыми приборами.

Попробуем ответить на поставленные вопросы и достичь поставленной цели. Для раскрытия цели необходимо решить ряд задач.

Задачи исследования:

- анализ методики расчета освещения методом удельной мощности;
- осветить проблемы расчета искусственного освещения светодиодными световыми приборами;

- разработать предложения по совершенствованию методики расчета.

Совершенствование методики расчета методом удельной мощности имеет большую практическую значимость, так как позволит повысить качество освещения с.-х. предприятий и организаций, снизить энергоёмкость, повысить точность расчетов.

Материалы, методы и объекты исследования

Для определения направления совершенствования методики расчета освещения был произведен расчет общего освещения корпуса микологии СПб Ботанического сада методом удельной мощности.

Анализ полученных результатов производился на основании полученных результатов, которые позволили выявить основные проблемы применения расчета освещения методом удельной мощности.

Приведём сведения по методике расчета. Метод удельной мощности считается разновидностью метода коэффициента использования светового потока в упрощенной форме. Допускается применение этой методики на всех стадиях проектирования вместо полного светотехнического расчета.

Удельная мощность – это отношение общей мощности, Вт, источников света, установленных в помещении, к площади, м², помещения (Вт/м²) [2].

Численные значения удельной мощности световых приборов с люминесцентными лампами низкого и высокого давления и с лампами накаливания определяются по таблицам, представленным в справочных книгах по проектированию искусственного освещения (табл. 1) [2]. В таблицах удельной мощности приведены данные для светильников прямого света с типовыми кривыми силы света (далее КСС) и условной освещённостью в 100 лк.

Следует отметить, что базы данных в таблицах морально устарели, т.к. не отражают изменений в светотехнической продукции за последние 10-15 лет. Значения удельной мощности W , Вт/м², для светодиодных световых приборов (далее СП) полностью отсутствуют.

Результаты исследований

Для определения проблематики работы был произведён расчет светодиодных светильников общего освещения помещения для подготовки подкормки и коридоров корпуса микологии ботанического сада методом удельной мощности. Значения удельной мощности определяем по формуле

$$W = \frac{E \times K_{\text{зап}} \times Z}{\eta \cdot \eta} \quad (1)$$

где $\eta = \Phi / P_{\text{л}}$ – световая отдача, Вт;

$K_{\text{зап}}$ – коэффициент запаса, учитывающий снижение освещенности в процессе эксплуатации осветительной установки [4];

Z ($E_{\text{ср}}/E_{\text{мин}}$) – коэффициент неравномерности, зависящий от отношения расстояния между светильниками к расчетной высоте [5].

Так как значения коэффициентов $K_{\text{зап}}$ и Z для светодиодных светильников отсутствуют в нормативно-технической документации, расчет освещения производим для шести заданных значений коэффициентов.

Результаты расчета удельной активной мощности W , Вт/м², по двум помещениям сведены в таблицу 1.

Для освещения помещений был выбран светильник модели ДСП44 [6] с двумя источниками света, мощностью 22 Вт каждый. Освещенность каждого помещения $E=75$ лк [7]. Далее определяем общую площадь S , м², помещений путем суммирования площадей всех помещений 528 м².

Определяем значение установленной мощности $P_{\text{уст}}$, кВт, по формуле

$$P_{\text{уст}} = W_{\text{л}} \cdot S \cdot 10^{-3} \quad (2)$$

Рассчитываем необходимое количество светильников $N_{\text{св}}$, шт., по формуле

$$N_{\text{св}} = \frac{P_{\text{уст}}}{P_{\text{св}}} \quad (3)$$

По данным таблиц 1 и 2, а также рисунку можно сделать вывод, что численное значение удельной мощности зависит от типа светильника, вида источника света, коэффициентов отражения светового потока. Результат светотехнического расчета – от коэффициента запаса и коэффициента Z . На основании исследований и расчетов составляются универсальные таблицы.

При составлении таблиц необходимо учесть новые требования по коэффициентам отражения [8]. Фрагментально пример приведен в таблице 3.

Таблица 1

Результаты расчета удельной активной мощности W , Вт/м²

$K_{\text{зап}}$		1,3	1,15	1,1	1,09	1,08	1,06
z		1,15	1,1	1,1	1,08	1,05	1,0
Наименования	η	W , Вт/м ²					
Коридор здания	0,64	2,4	2,0	1,9	1,8	1,77	1,66
Помещение для приготовления питательной среды	0,43	3,6	3,0	2,8	2,76	2,64	2,46
Итого	0,53	3,0	2,5	2,35	2,3	2,2	2,1

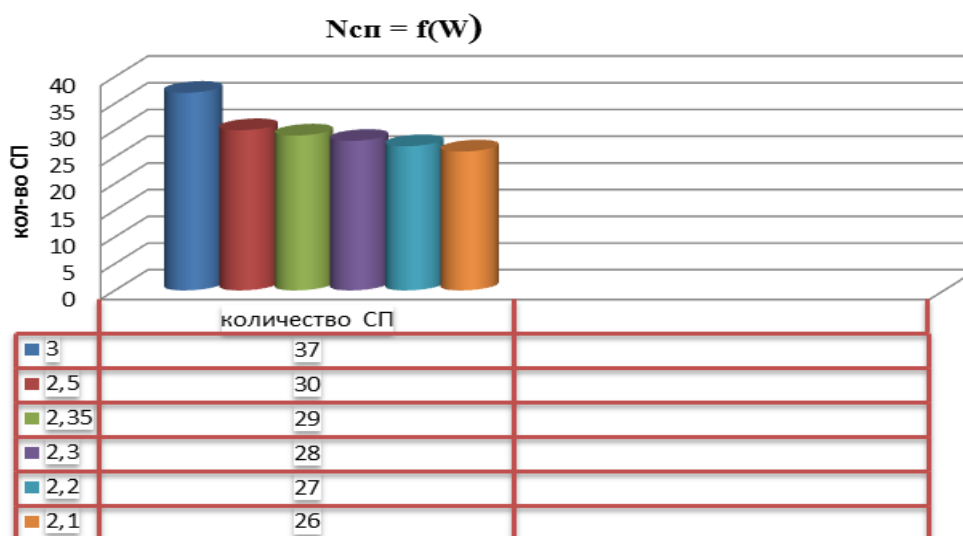


Рис. Диаграмма зависимости количества световых приборов от значения удельной мощности

Удельная мощность общего равномерного освещения

Н, м	S, м ²	Удельная мощность W, Вт/м ² , светильника ДСП44-2x22-003, с коэффициентами отражения 50, 50, 20%, КПД 76%, с КСС типа Д, 100 лк [9]				
		K _{зап} 1,15	1,1	1,09	1,08	1,06
2-3	15-50	4,11	4,06	3,99	3,9	3,84
	50-100	3,77	3,66	3,59	3,5	3,44
	100-150	3,27	3,16	3,09	3,0	2,94
	150-300	2,87	2,76	2,69	2,6	2,44
	Свыше 300	2,67	2,56	2,49	2,4	2,24

Применение методов расчета освещения с вновь разработанными и усовершенствованными коэффициентами запаса, удельной мощности, коэффициента «z» повысит качество освещения (отклонение напряжения, несимметрия напряжения [10]) и повысит энергоэффективность осветительных установок (согласно планам внедрения энергосберегающих технологий) [11].

Выводы

В результате проведенной работы сделаем заключение, что использование метода удельной мощности при расчете общего освещения перспективно, т.к. позволяет рассчитать освещение на любом этапе проектирования, при этом значительно упрощаются расчеты. Но для использования данного метода расчета необходимо актуализировать и совершенствовать нормативно-техническую базу. Исследование выявило следующую проблематику:

1) отсутствие данных по значениям удельной мощности светодиодных светильников и современных световых приборов в справочных и нормативно-технических документах;

2) отсутствие данных по значениям коэффициента использования и коэффициента Z светодиодных светильников в справочных и нормативно-технических документах.

В работе получены следующие зависимости:

1) энергоэффективности светодиодной осветительной установки от значения коэффициента запаса;

2) количества светодиодных источников света от значения удельной мощности.

На основании исследования предлагается совершенствовать методику расчета освещения методом удельной мощности:

1) разработать универсальную таблицу коэффициентов запаса на основании научно-экспериментальных данных с внесением данных в нормативно-техническую документацию;

2) разработать универсальные таблицы для определения значений удельной мощности светодиодных светильников и светильников с люминесцентными лампами последнего поколения, исключить из справочных материалов данные по лампам накаливания;

3) рекомендовать использовать метод удельной мощности при проектировании систем освещения с.-х. предприятий и организаций.

Проделанная работа имеет практическую значимость:

1) применение усовершенствованного коэффициента запаса светодиодных светильников приведет к изменениям в методиках расчета;

2) применение усовершенствованного метода удельной мощности при расчете освещения повысит качество освещения и энергоэффективность осветительных установок (согласно планам внедрения энергосберегающих технологий).

В работе впервые предлагается таблица значений удельной мощности, для светодиодного светильника. Данные таблицы могут быть использованы для расчета равномерного общего освещения ОУ для технико-экономической оценки проектных решений и предварительной оценки электрической нагрузки на стадии проектирования.

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. 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.: ил.

3. Справочная книга по светотехнике / под ред. Ю.Б. Айзенберга. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Знак, 2006. – 972 с.

4. СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение».

5. Справочник по проектированию электропривода, силовых и осветительных установок / под ред. Я.М. Большама, В.И. Круповича, М.Л. Самовера. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Энергия, 1974. – 728 с.

6. Каталог продукции «АСТЗ» 2018. – 302 с.

7. ОСН-АПК 2.10.24.-001-04 «Нормы освещения сельскохозяйственных предприятий, зданий, сооружений».

8. СП 31-110-2003 «Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий».

9. Kanswohl, N., Schlegel, M. (2013). Fuer merh licht im Melkstand sorgen. *Fortschrittlichen Landwirt*. Ausgabe 4. S. 14-15.

10. ПУЭ Правила устройства электроустановок. Издание 7.

11. Федеральный закон N 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 23.11.2009.

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. Knorring G.M. Spravochnaya kniga dlya proektirovaniya elektricheskogo osveshcheniya / G.M. Knorring, I.M. Fadin, V.N. Sidorov. – 2-е изд., pererab. i dop. – SPb.: Energoaomizdat. Sankt-Peterburgskoe otdelenie, 1992. – 448 s.: il.

3. Spravochnaya kniga po svetotekhnike / pod red. Yu. B. Ayzenberga; 3-е изд. pererab. i dop. – М.: Znak, 2006. – 972 s.

4. SP 52.13330.2011 «Yestestvennoe i iskusstvennoe osveshchenie».

5. Spravochnik po proektirovaniyu elektroprivoda, silovykh i osvetitelnykh ustanovok / pod red. Ya.M. Bolshama, V.I. Krupovicha, M.L.Samovera. – 2-е изд., pererab. i dop. – М.: Energiya, 1974. – 728 s.

6. Katalog produktsii «ASTZ». – 2018. – 302 s.

7. OSN-АПК 2.10.24.-001-04 «Normy osveshcheniya selskokhozyaystvennykh predpriyatiy, zdaniy, sooruzheniy».

8. SP 31-110-2003 «Proektirovanie i montazh elektroustanovok zhilykh i obshchestvennykh zdaniy».

9. Kanswohl, N., Schlegel, M. (2013). Fuer merh licht im Melkstand sorgen. *Fortschrittlichen Landwirt*. Ausgabe 4. S. 14-15.

10. PUE Pravila ustroystva elektroustanovok. Izdanie 7

11. Federalnyy zakon No. 261-FZ «Ob energosberezhenii i o povyshenii energeticheskoy effektivnosti i o vnesenii izmeneniy v otdelnye zakonodatelnye akty Rossiyskoy Federatsii» ot 23.11.2009.

