

УДК 628.931:331.41

**ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА DIALUX
ДЛЯ СВЕТОТЕХНИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ОСВЕТИТЕЛЬНОЙ
УСТАНОВКИ ОБЩЕГО ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ
ЛИНИИ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО УЧАСТКА**

Евстигнеева Ю.В., Григорьева Т.Ю.

*Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет, Москва,
e-mail: y.evst_tb@mail.ru*

Согласно требованиям процедуры специальной оценки условий труда, обеспечению оптимальных условий световой среды на рабочих местах производственных предприятий следует уделять особое внимание. Недостаточное и нерационально организованное освещение оказывает негативное влияние на производительность труда и здоровье работников и может стать причиной развития заболеваний и несчастных случаев на производстве. Поэтому грамотное проектирование освещения позволит повысить качество труда работников и поможет избежать развития неблагоприятных эффектов. В настоящее время при расчете и проектировании освещения производственных помещений используются различные методики и программные комплексы для светотехнического расчета, среди которых себя наилучшим образом зарекомендовал программный комплекс DIALux, разработанный Немецким Институтом Прикладной Светотехники. DIALux позволяет создавать 3D-модели расчетных объектов на основании стандартных наборов конструктивных элементов, учитывать цветовое решение и фактуру поверхностей, планировать и оптимизировать размещение светильников в помещениях, отображать визуализацию полученных световых характеристик. Использование подобных расчетных программных комплексов позволит наилучшим образом подобрать оптимальные светильники для заданных условий и определить схему их размещения в помещении с учетом создания световой среды, удовлетворяющей требованиям действующих нормативов.

Ключевые слова: освещение, светотехнический расчет, DIALux

**APPLICATION OF DIALUX SOFTWARE FOR LIGHTING CALCULATION
OF GENERAL ARTIFICIAL LIGHTING SYSTEM OF A GALVANIC PLOT LINE**

Evstigneeva Yu.V., Grigorieva T.Yu.

*Moscow Automobile and Road Construction State Technical University, Moscow,
e-mail: y.evst_tb@mail.ru*

According to the procedure of special assessment of working conditions requirements, special attention should be paid to ensuring optimal conditions of the light environment in the workplace of industrial enterprises. Insufficient and poorly organized lighting has a harmful influence on the productivity of labor and the worker's health and may cause the development of diseases and accidents on manufacture. Therefore, competent lighting design will improve the quality of work and help to avoid the development of adverse effects. At the present time, when calculating and designing the lighting of industrial premises, various methods and software systems for lighting calculation are used, among which the DIALux software developed by the German Institute of Applied Lighting Engineering has proven itself to be the best. DIALux allows to create 3D-models of design objects based on standard sets of structural elements, take into account surfaces color scheme and texture, plan and optimize the lightings placement in a premises, display the obtained light characteristics visualization. The use of such software will allow to choose the optimal lightings for the specified conditions and determine the scheme of their placement in the premises, taking into account the creation of a light environment that meets the requirements of existing standards.

Keywords: lighting, lighting calculation, DIALux

Световая среда является важным физическим фактором среды, подлежащим среди прочих вредных и (или) опасных факторов идентификации и измерению на рабочих местах в процедуре специальной оценки условий труда, обязательной к проведению на всех промышленных предприятиях Российской Федерации с 01.01.2014 г. [1, 2].

Необходимость предъявления государственных нормативных требований к освещению на рабочих местах продиктовано тем, что нарушения зрения у работников, связанные с недостатками системы освещения, являются обычным явлением на рабочих местах. Однако «благодаря способ-

ности зрения приспособляться к недостаточному освещению, к этим моментам иногда не относятся с должной серьезностью» [3]. Практика показала, что неудовлетворительная световая среда на рабочих местах снижает как производительность и качество труда, так и способствует зрительному и общему утомлению, что может привести и приводит к несчастным случаям на производстве.

В связи с вышеизложенным ясно, что вопросам создания на рабочих местах световой среды, адекватной условиям зрительной работы, необходимо уделять особое внимание.

Цель работы: выполнение светотехнического расчета осветительной установки производственного участка машиностроительного предприятия с помощью программного комплекса DIALux, разработанного Немецким Институтом Прикладной Светотехники (Deutsche Institut für Angewandte Lichttechnik) DIAL GmbH [4].

*Производственный участок:
его характеристика
и требования к освещению*

В качестве объекта для проведения светотехнического расчета выбрана линия кадмирования гальванического участка машиностроительного завода. Результаты расчета должны соответствовать государственным нормативным требованиям, изложенным в СП 52.13330.2016 [5].

Ручное обслуживание технологического процесса кадмирования и дальнейшей промывки деталей от раствора электролита в соответствии с СП 52.13330.2016 [5] следует относить к VI разряду зрительной работы – грубая (очень малой точности) зрительная работа, поскольку наименьший размер объекта различения более 0,5 мм. Для VI разряда зрительной работы независимо от характеристик фона и контраста объекта различения с фоном установлены следующие нормативные значения нормируемых показателей для системы общего искусственного освещения [5]:

- средняя освещенность на рабочей поверхности $E_{cp} = 200$ лк;
- минимальная освещенность на рабочих местах $E_{мин} \geq 0,9 E_{cp}$;
- предельная равномерность распределения освещенности ($U_{0= E_{мин}/E_{макс}}$) в рабочей зоне $U_{0} \geq 0,6$;
- коэффициент эксплуатации $MF = 0,63$ (для эксплуатационной группы светильни-

ков 1-4) или $MF = 0,56$ (для эксплуатационной группы светильников 5-7);

– максимально допустимая удельная установочная мощность искусственного освещения, зависящая от нормируемой освещенности и индекса помещения, приведена в табл. 1.

При выборе светильника приняты во внимание рекомендации СП 52.13330.2016 по источникам света и по световой отдаче световых приборов [5].

Результаты расчета и их обсуждение

Светотехнический расчет выполнялся с помощью программного комплекса DIALux, который позволяет моделировать интерьеры расчетных объектов, планировать размещение светильников, создавать сцены в виде фотореалистичных 3D-моделей. Программный комплекс DIALux успешно себя зарекомендовал при проведении светотехнических расчетов для объектов различной степени сложности [6, 7].

На рис. 1 представлена выполненная в DIALux 3D-визуализация линии кадмирования. Рабочая площадка находится на высоте 0,8 м над уровнем пола. Уровень рабочей поверхности расположен на высоте 1,0 м над уровнем рабочей площадки (или на высоте 1,8 м над уровнем пола).

В качестве осветительного прибора выбран светильник ДВО11-32-001 Frost 840, предназначенный для общего искусственного освещения помещений (рис. 2) [8].

Характеристики светильника, подтверждающие его соответствие рекомендациям СП 52.13330.2016, приведены в табл. 2.

Результаты светотехнического расчета осветительной установки с использованием светильника ДВО11-32-001 Frost 840, выполненного в программе DIALux, представлены в табл. 3 и на рис. 3.

Таблица 1

Максимально допустимая удельная мощность искусственного освещения
в производственных помещениях [5]

Освещенность на рабочей поверхности, лк	Индекс помещения	Максимально допустимая удельная установочная мощность, Вт/м ² , не более
200	0,6-1,25	9
	1,25-3,0	6
	Более 3	5

Примечание к табл. 1. Значения максимальных удельных мощностей искусственного освещения допускается повышать на 30% в технически обоснованных случаях (наличии крупногабаритного оборудования и пр.).



Рис. 1. 3D-визуализация линии кадмирования, выполненная в DIALux

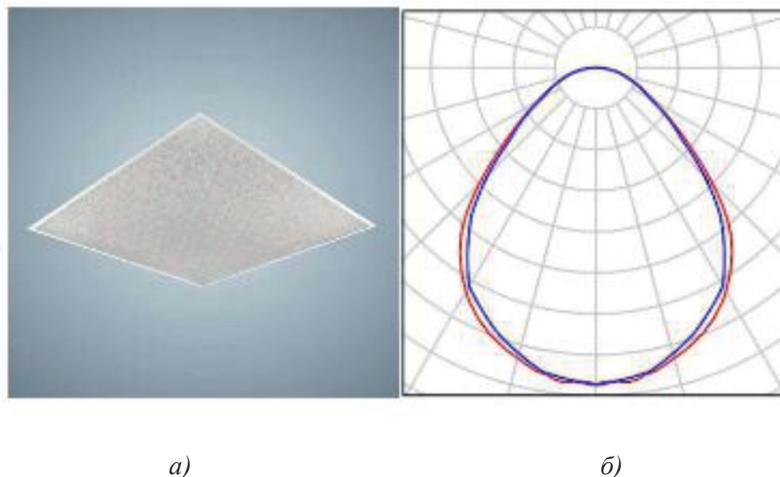


Рис. 2. Светильник ДВО11-32-001 Frost 840 [8]: а – внешний вид, б – кривые силы света

Таблица 2

Обоснование выбора светильника ДВО11-32-001 Frost 840 [5, 8]

Характеристика	Рекомендация СП 52.13330.2016	Характеристика ДВО11-32-001 Frost 840
Источник света	Светодиодная лампа	Светодиодная лампа
Индекс цветопередачи источника света	80...84	80
Цветовая температура T_c , К	2 700...4 500	4 000
Световой поток, лм	-	3 237
Электрическая мощность, Вт	-	32
Световая отдача, лм/Вт	≥ 90	101

Таблица 3

Результаты расчетов, выполненных в программе DIALux

Нормируемый показатель	Нормативное значение	Расчетное значение
Освещенность (при системе общего освещения) E_{cp} , лк	200	219
Отношение минимальной освещенности к нормируемой средней освещенности $\frac{E_{min}}{E_{cp}}$	$\geq 0,9$	0,6
Предельная равномерность распределения освещенности U_0	$\geq 0,6$	0,6
Рекомендуемая световая отдача световых приборов (для общего освещения), лм/Вт	≥ 90	101
Максимально допустимая удельная установочная мощность искусственного освещения, Вт/м ²	≤ 6	3

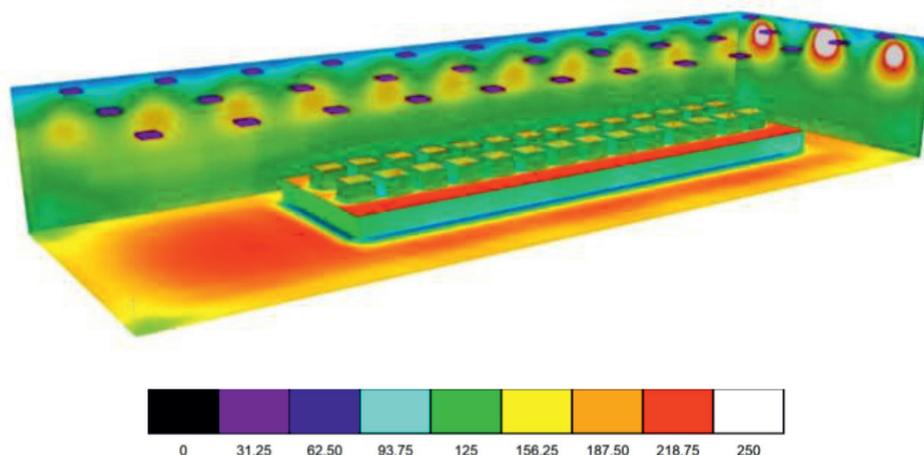


Рис. 3. Отображение фиктивных цветов при визуализации освещения

Полученные результаты светотехнического расчета освещения производственного помещения гальванического участка машиностроительного завода соответствуют требованиям существующих нормативов и могут быть использованы в качестве рекомендации при организации производственного освещения.

Выводы

1. Выполнен светотехнический расчет осветительной установки общего искусственного освещения линии кадмирования гальванического участка цеха машиностроительного завода.

2. Расчетные значения нормируемых параметров, полученные в программе DIALux, соответствуют нормативным требованиям для помещений гальванических цехов.

3. В качестве световых приборов в разработанной осветительной установке общего искусственного освещения для линии кадмирования применены светильники ДВО11-32-001 Frost 840 (тип источника света – светодиодный).

Список литературы

1. О специальной оценке условий труда: [федер. закон: принят Гос. Думой 23.12.2013: по состоянию на 01.05.2016] [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_156555/ (дата обращения: 12.03.2019).
2. Методика проведения специальной оценки условий труда: утв. Минтруда России 24.01.2014 (ред. 14.11.2016) [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_158398/ (дата обращения: 12.03.2019).
3. Девисилов В.А. Охрана труда: учебник. 5-е изд., перераб. и доп. М.: ФОРУМ, 2012. 512 с. ISBN 978-5-91134-430-6.
4. DIALux: расчет и проектирование освещения [Электронный ресурс]. URL: <http://www.dialux-help.ru/> (дата обращения: 12.03.2019).
5. СП 52.13330.2016. Свод правил. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95**: утв. Минстроем России от 07.11.2016 : введ. в действие с 08.05.2017 [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/456054197> (дата обращения: 12.03.2019).
6. Кутырин Б.А., Григорьева Т.Ю. Проведение светотехнических расчетов с помощью программного комплекса DIALux на примере территории очистных сооружений // Международный студенческий научный вестник. 2017. № 4-5. С. 728-731.
7. Сергеева Н.Ю., Григорьева Т.Ю. Расчет системы освещения автомобильного тоннеля в программном комплексе DIALux // Международный студенческий научный вестник. 2016. № 3-1. С. 165.
8. Каталог Ардатовского светотехнического завода. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.dialux-plugins.net/ASTZ#/?lang=1049> (дата обращения: 12.03.2019).