

УДК 631.171

UDC 631.171

05.00.00 Технические науки

Technical sciences

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ПРОЦЕССЫ РАСЧЕТА ОСВЕЩЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ****INFORMATION SYSTEMS AND PROCESSES FOR CALCULATING ILLUMINATION OF INDUSTRIAL PREMISES**

Литвинов Владимир Николаевич  
кандидат технических наук  
РИНЦ: SPIN-код: 1021-5284  
LitvinovVN@rambler.ru

Litvinov Vladimir Nikolayevich  
Candidate of Technical Sciences  
RSCI: SPIN-code: 1021-5284  
LitvinovVN@rambler.ru

Грачева Наталья Николаевна  
кандидат технических наук  
РИНЦ: SPIN-код: 4928-8945

Gracheva Natalia Nikolaevna  
Candidate of Technical Sciences  
RSCI: SPIN-code: 4928-8945

Руденко Нелли Борисовна  
кандидат технических наук  
РИНЦ: SPIN-код: 4348-8168  
*Азово-Черноморский инженерный институт  
ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный  
университет»  
Россия, 347740, Ростовская область, г. Зерноград,  
ул. Ленина, 21*

Rudenko Nelly Borisovna  
Candidate of Technical Sciences  
RSCI: SPIN-code: 4348-8168  
*Azov-BlackSea engineering institute  
FSBEU HE «Don State Agrarian  
University»  
Russia, 347740, Rostov region, Zernograd,  
Lenina st., 21*

В настоящее время на рынке имеется большой выбор систем автоматизированного проектирования и специализированного программного обеспечения, однако для эффективного решения исследовательских и проектных задач остается актуальным вопрос разработки и внедрения отечественных, русскоязычных, совместимых с требованиями российских нормативных актов информационных систем поддержки проектирования и исследования параметров производственных зданий и сооружений. Независимо от размеров и структуры производственных предприятий, имеется ряд утвержденных методик проектирования, включающих расчеты освещения, отопления, вентиляции, водоснабжения и пр. Для повышения эффективности работы заинтересованных специалистов на их основе разработаны эффективные алгоритмы и разработанные на их основе информационные системы и базы данных. В данной статье обосновывается необходимость разработки информационных систем и процессов проектирования производственных помещений на примере расчета освещения. Выделены основные пути повышения эффективности проектной работы инженерно-технического персонала производственных предприятий. Для их практической реализации необходима правильная организация информационных потоков путём создания комплекса программ и баз данных. В статье приведена информация о разработанной подсистеме «Расчет освещения производственных предприятий», являющейся частью информационной системы «Проектирование производственных предприятий». Приведена методика работы с программным продуктом в режиме расчета освещения производ-

Nowadays on the market, there is a large variety of CAD systems and specialized software; however, to solve effectively research and design problems there remains task of development and implementation of national Russian-language information systems that are compatible with the requirements of Russian regulations to support the design and research of industrial buildings and facilities parameters. Being irrespective of the sizes and structure of the industrial enterprises, there are a number of approved design techniques, including calculations of lighting, heating, ventilation, water supply and so on. To improve the efficiency of the interested experts work on their basis there were developed efficient algorithms as well as information systems and database. In the article there is justified the necessity of the developing information systems and processes of industrial premises designing on the example of lighting calculation. We have highlighted the main ways of increasing project work efficiency of engineering and technical personnel on industrial enterprises. For their practical implementation, there is required proper organization of information flows by creating programs and databases complex. The article includes information about the "Calculation of lighting industrial enterprises" subsystem that is the part of the "Designing of industrial enterprises" information system. We have presented methodology of work with the software product in the mode of calculation of industrial premises lightning with fluorescent lamps using the method of light flux utilization factor

ственного помещения люминесцентными лампами с помощью метода коэффициента использования светового потока

Ключевые слова: РАСЧЕТ, ОСВЕЩЕНИЕ, ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ, ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА

Keywords: CALCULATION, LIGHTING, INDUSTRIAL ENTERPRISE, INFORMATION SYSTEM

Решение задач проектирования производственных помещений, равно как и их методическое сопровождение при подготовке студентов инженерных специальностей, остаются актуальными, несмотря на постоянное развитие информационных технологий. Особенно остро данные задачи встают в условиях необходимости импортозамещения современных программных продуктов. Приоритетными в современной науке считаются задачи по созданию информационных систем поддержки проектирования производственных зданий и сооружений, что невозможно без организации потоков информации и внедрения современных алгоритмов обработки инженерных данных.

Независимо от размеров и структуры производственных предприятий, при их проектировании необходимо выполнять следующие основные виды расчетов:

- расчет освещения;
- расчет вентиляции;
- расчет отопления;
- расчет водоснабжения и др. /1,2,3,4,5/.

В настоящее время на рынке имеется большой выбор систем автоматизированного проектирования и специализированного программного обеспечения, однако для эффективного решения исследовательских и проектных задач остается актуальным вопрос разработки и внедрения отечественных, русскоязычных, совместимых с требованиями российских нормативных актов, информационных систем поддержки проектирования и

исследования параметров производственных зданий и сооружений /1,2,3,4,5,6/.

Особняком стоят системы расчета освещения производственных помещений. Широко распространенный программный комплекс Dialux замечательно справляется с задачами моделирования освещения, однако он малоприспособлен для использования в высших учебных заведениях, поскольку имеет закрытую архитектуру и не позволяет пользователю подробно изучить весь процесс расчета, выполнить сравнительный анализ результатов расчетов по различным методикам и пр.

С целью решения указанных задач приступили к разработке программного комплекса «Расчет освещения производственного предприятия», входящего в информационную систему «Проектирование производственного предприятия», позволяющую правильно организовать информационные процессы расчета и повысить эффективность работы студента, проектировщика, исследователя /7,8,9,10,11,12,13/.

Программный комплекс «Расчет освещения производственного предприятия» позволяет выполнить расчеты естественного и искусственного освещения. Расчет искусственного освещения реализован с помощью метода коэффициента использования светового потока для ламп накаливания и люминесцентных ламп.

Метод коэффициента использования светового потока осветительной установки применяют при расчете общего равномерного освещения горизонтальной поверхности в помещении при отсутствии крупных затеняющих предметов и с учетом отраженных от стен и потолка световых потоков. Метод нельзя применять при расчете локализованного освещения, освещения наклонных поверхностей и местного освещения.

Приведем порядок расчета освещения производственного помещения по методу коэффициента использования светового потока для све-

тильников с люминесцентными лампами, реализованный в программном комплексе «Расчет освещения производственного предприятия».

При равномерном размещении светильники распределяют по углам прямоугольника или вершинам ромба с учетом доступа светильника для обслуживания и определяют расчетную высоту установки светильников:

$$H_p = H_0 - h_c - h_p, \quad (1)$$

где  $H_0$  – высота помещения, м;

$h_c$  – высота свеса светильников (расстояние от светового центра светильника до перекрытия), определяемая с учетом размеров светильника и способа их установки, м;

$h_p$  – высота размещения над полом расчетной поверхности (поверхности, на которой нормируется освещение), м.

Расстояние между рядами светильников  $L'_B$ , м, определяют по формуле

$$L'_B \approx \lambda_c \cdot H_p, \quad (2)$$

где  $\lambda_c$  – светотехнически наиболее выгодное относительное расстояние между светильниками.

Расстояние от стены до ближайшего ряда светильников  $\ell'_B$  принимают в пределах  $(0,3 \dots 0,5) L'_B$ .

Число рядов светильников

$$N'_B = \frac{B - 2\ell'_B}{L'_B} + 1. \quad (3)$$

Действительное расстояние между рядами светильников

$$L_B = \frac{B}{N'_B - a}, \quad (4)$$

где  $a=0,4$  при  $\ell'_B \approx 0,3 L'_B$  и  $a=0$  при  $\ell'_B \approx 0,5 L'_B$ .

Индекс помещения определяют по формуле

$$i = \frac{AB}{H_p(A+B)} \quad (5)$$

Число светильников с люминесцентными лампами в освещаемом помещении

$$N'_{\Sigma} = \frac{E_{min} k_3 Sz}{n_c \Phi_l \eta} \quad (6)$$

где  $\Phi_l$  – световой поток выбранной лампы, лм.

Тогда число светильников в ряду

$$N'_A = \frac{N_{\Sigma}}{N_B}, \quad (7)$$

Значение  $N'_A$  обычно округляют в сторону увеличения, тогда

$$N_{\Sigma} = N_A \cdot N_B. \quad (8)$$

Проверочный расчет осветительной установки

$$E = \frac{\Phi_l n_c N_{\Sigma} \eta}{k_3 Sz}. \quad (9)$$

Алгоритмы расчета освещения реализованы в виде последовательного ввода параметров расчета. При этом все параметры можно ввести вручную в соответствующие текстовые поля либо воспользоваться справочником. Для работы со справочниками необходимо кликнуть по кнопке справа от соответствующего текстового поля.

Приведем пример последовательности действий при работе с программным продуктом в режиме расчета искусственного освещения люминесцентными лампами методом коэффициента использования.

1. Запустить программу «Расчет освещения производственного помещения».
2. Перейти на вкладку «Расчет искусственного освещения (люминесцентные лампы)» (рисунок 1).
3. Расчет следует выполнять, последовательно переходя от вкладки к вкладке с именами «Шаг 1» ... «Шаги 8-10».

4. На вкладке «Шаг 1» необходимо ввести значения высоты помещения  $H_0$ , высоты свеса светильников  $h_c$  и высоты размещения над полом расчетной поверхности  $h_p$  (рисунок 1). Результатом расчета на данном этапе будет расчетная высота установки светильников  $H_p$ .
5. На вкладке «Шаг 2» необходимо ввести значение светотехнически наивыгоднейшего относительного расстояния между светильниками  $\lambda_c$ . Программа рассчитает расстояние между светильниками в ряду  $L'_A$  и расстояние между рядами светильников  $L'_B$  (рисунок 2).
6. Перейдя на вкладку «Шаги 3-5», необходимо принять значения расстояний от стены до ближайшего ряда светильников  $L'_B$ , ввести значение ширины помещения  $B$  и принять расстояние между рядами светильников  $L'_B$  (рисунок 3).
7. На вкладке «Шаг 6» необходимо ввести значения длины помещения  $A$ . В результате будет рассчитан индекс помещения  $i$  (рисунок 4).
8. На вкладке «Шаг 7» выполняется расчет числа светильников с люминесцентными лампами  $N'_Z$  (рисунок 5). Здесь необходимо ввести нормируемую освещенность  $E_{min}$ , лк; коэффициент запаса  $k_z$ , о.е.; коэффициент минимальной освещенности  $z$ , о.е.; число ламп в светильнике  $n_c$ , шт; световой поток выбранной лампы  $\Phi_l$ , лм; коэффициент использования светового потока  $\eta$ , о.е.
9. Работа с вкладкой «Шаги 8-10» является завершающим этапом расчета. Здесь приводятся результаты расчетов числа светильников в ряду, общего числа светильников в помещении и проверочного расчета (рисунок 6).

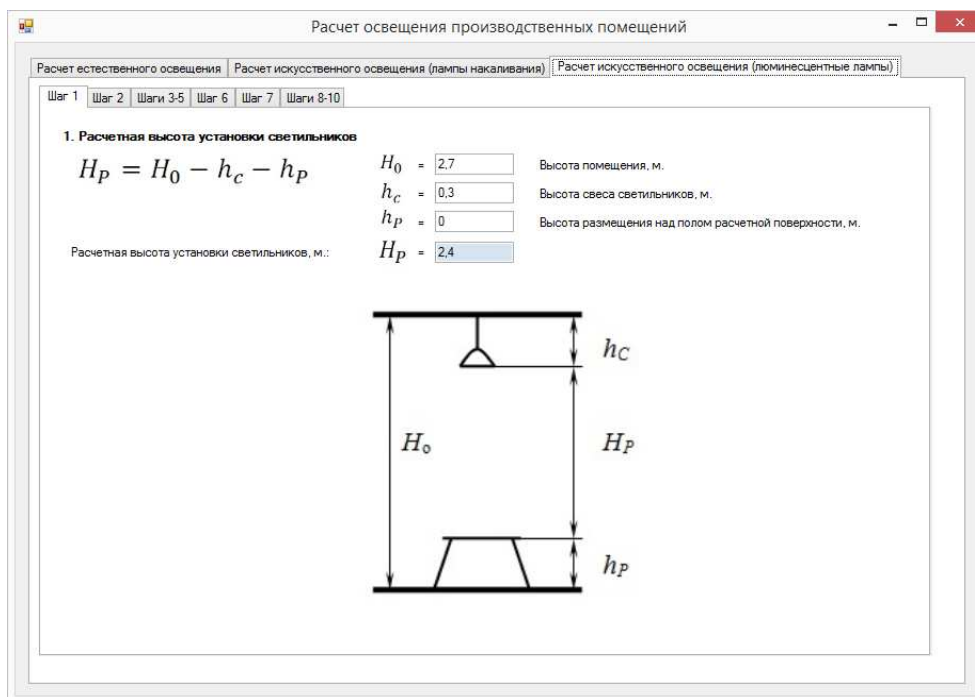


Рисунок 1 - Программа «Расчет освещения производственного помещения» в режиме расчета искусственного освещения люминесцентными лампами. Шаг 1

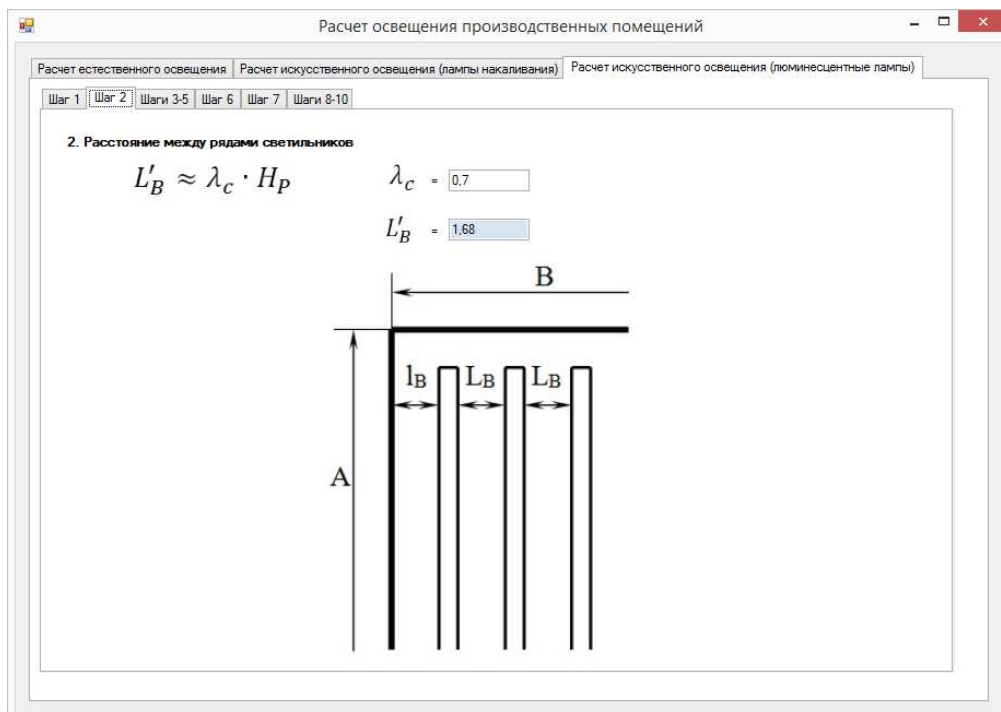


Рисунок 2 - Расчет искусственного освещения люминесцентными лампами. Шаг 2

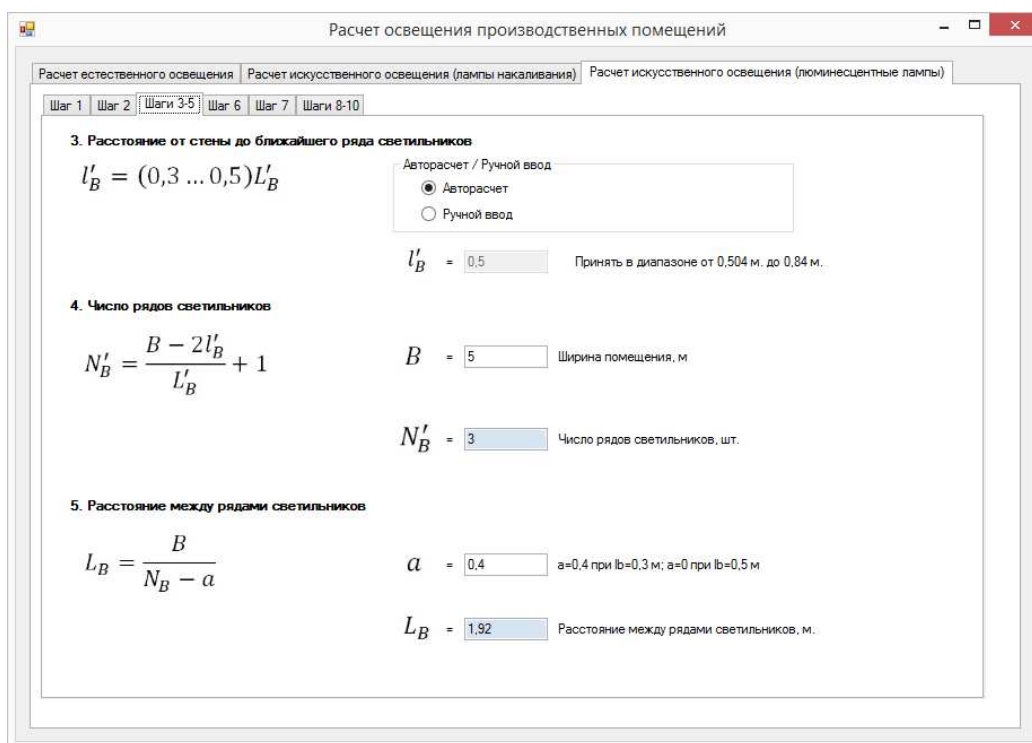


Рисунок 3 - Расчет искусственного освещения люминесцентными лампами. Шаги 3-5

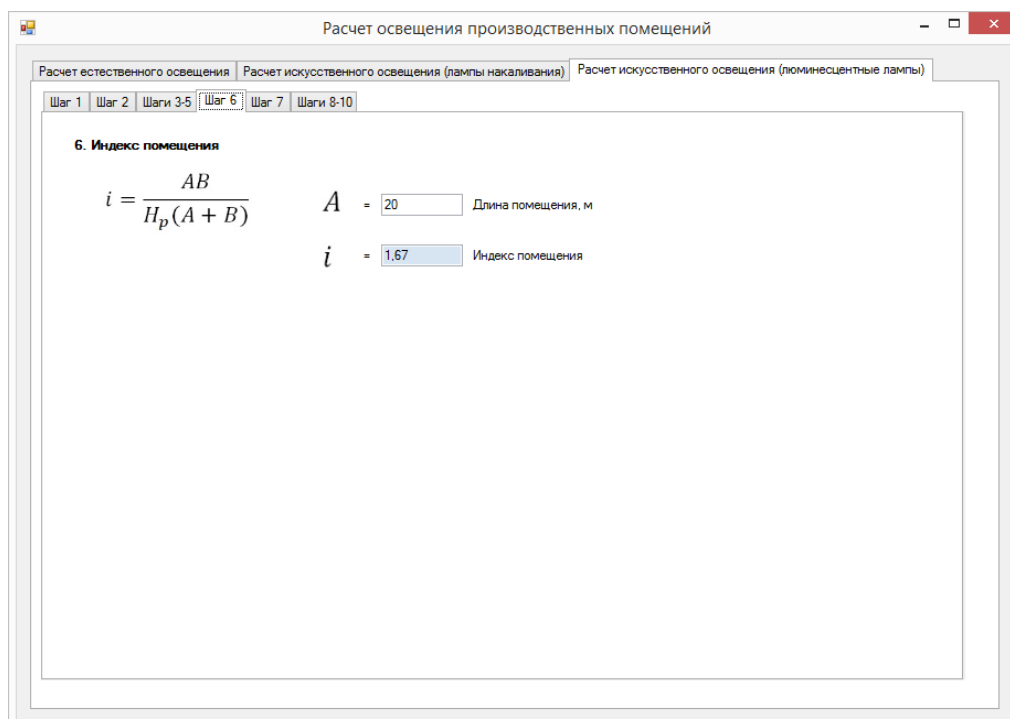


Рисунок 4 - Расчет искусственного освещения люминесцентными лампами. Шаг 6



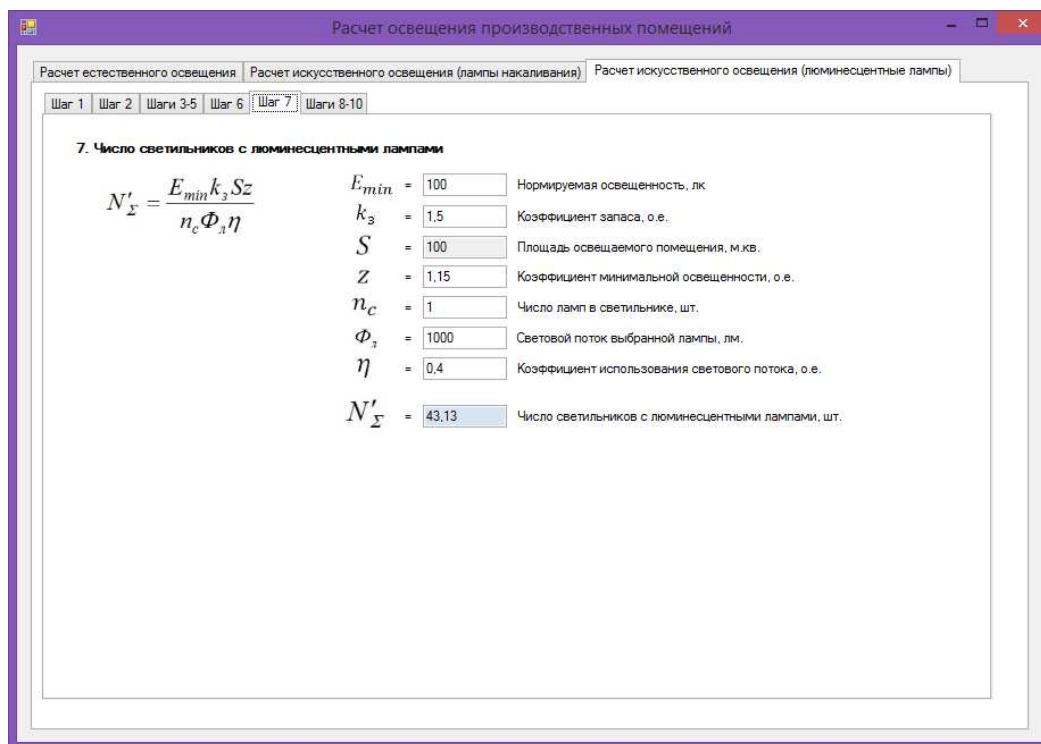


Рисунок 5 - Расчет искусственного освещения люминесцентными лампами. Шаг 7

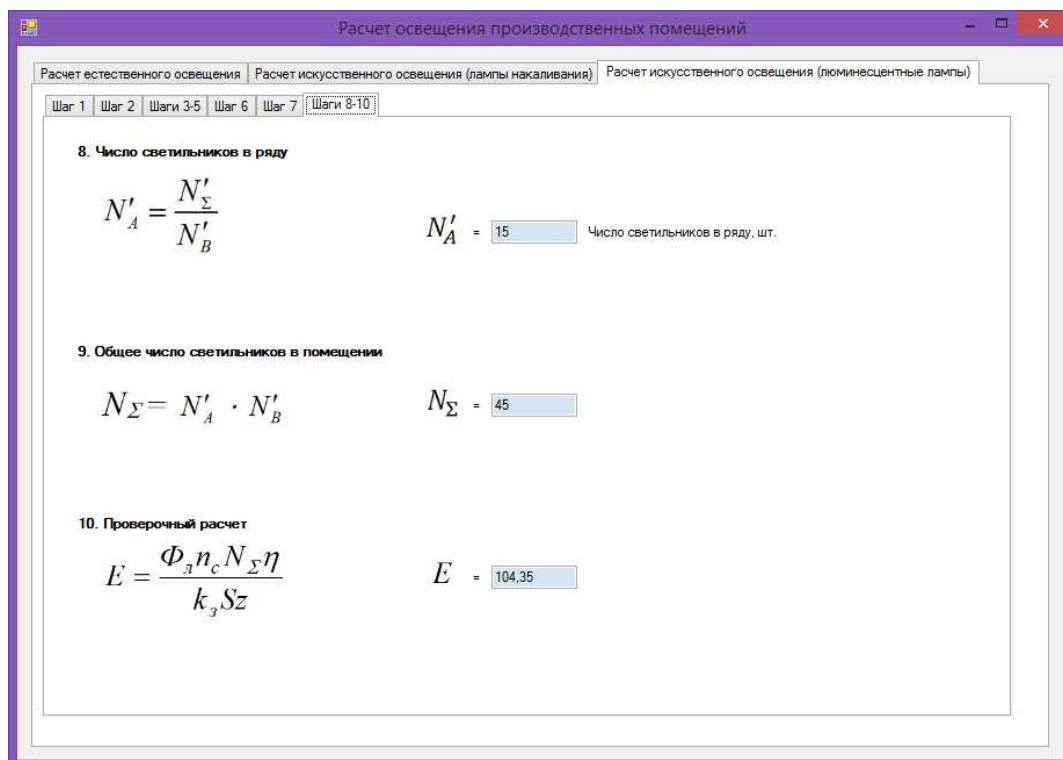


Рисунок 6 - Расчет искусственного освещения люминесцентными лампами. Шаги 8-10

Разработанный программный комплекс может быть использован:

- в учебном процессе, поскольку позволяет улучшить качество подготовки студентов, приблизить их к реалиям современной проектной деятельности;

- в проектной деятельности как соответствующая утвержденным отечественным методикам расчета замена зарубежному программному обеспечению;

- в научной деятельности при решении задач анализа и оптимизации параметров освещения производственных помещений.

### Литература

1. Толстоухова, Т.Н. Методика расчета освещения производственных помещений: методическое пособие [Текст] / Т.Н. Толстоухова, И.В. Назаров, С.М. Пятикопов. – зерноград: ФГБОУ ВПО АЧГАА, 2011. – 44 с.

2. Федорищенко, М.Г. Расчет искусственного освещения: методические указания к выполнению 1-ой части курсового проекта по дисциплине «Производственная санитария и гигиена труда» [Текст] / М.Г. Федорищенко, В.С. Газалов, С.М. Пятикопов. – зерноград: ФГБОУ ВПО АЧГАА, 2006. – 60 с.

3. Литвинов, В.Н. Современное компьютерное программирование: лабораторный практикум / В.Н. Литвинов, Н.Б. Руденко, Н.Н. Грачева. – зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВПО ДГАУ, 2015. – 164 с.

4. Вакуумные управляемые пульсаторы, доильные автоматы и системы [Текст] : монография / И.К. Винников, О.Б. Забродина, О.Н. Бахчевников, В.Н. Литвинов – зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВПО ДГАУ, 2015. – 188 с.

5. Научно-методические рекомендации по комплексной автоматизации и модернизации доения [Текст] : монография / И.К. Винников, О.Б. Забродина, В.Н. Литвинов, Ю.В. Пахомов, О.И. Рудая // Российская академия сельскохозяйственных наук; Северо-Кавказский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства Российской академии сельскохозяйственных наук (ГНУ СКНИИМЭСХ Россельхозакадемии). зерноград, 2011. – 112 с.

6. Литвинов, В.Н. Повышение эффективности использования энергоносителей при производстве молока организацией энергетических и информационных потоков [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 : защищена 20.02.09 : утв. 05.07.09 / Литвинов Владимир Николаевич. – зерноград: Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия, 2009. – 142 с. – Библиогр.: с. 132–141.

7. Разработка баз данных и программного обеспечения для автоматизированной системы управления предприятием по производству молока [Текст] / В.Н. Литвинов, О.Б. Забродина // Методы и технические средства повышения эффективности применения электроэнергии в сельском хозяйстве : сборник научных трудов. – Ставрополь : АГРУС, 2006. – 236с. – С. 86-89

8. База данных – основа программных продуктов [Текст] / В.Н. Литвинов, О.Б. Забродина // Сельский механизатор. - 2008. - №4. – С. 39
9. Аппаратно-программный комплекс системы производства молока сельскохозяйственного предприятия [Текст] / О.Б. Забродина, В.Н. Литвинов, С.А. Моренко, О.И. Кучеренко, Е.Н. Чмелева // Труды Кубанского государственного аграрного университета. Серия Агроинженер. – 2008. - №1. – С. 64-66
10. Мониторинг энергозатрат предприятия по производству молока [Текст] / В.Н. Литвинов, О.Б. Забродина // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2008. - №8. – С. 4-6
11. Структурное моделирование систем [Текст] / Б.А. Карташов, В.Н. Литвинов, И.К. Винников, Е.В. Бенова // Инновационные технологии и технические средства в животноводстве: Сборник научных трудов международной научно-технической конференции «Инновационные технологии для АПК России» (14-15 мая 2008 г., г.Зерноград). – Зерноград: ВНИПТИМЭСХ, 2008. – 379 с. – С. 121-12914.
12. Опыт, современное состояние и проблемы организации информационных потоков в производстве молока [Текст] / И.К. Черноусов, О.И. Рудая, В.Н. Литвинов, Ю.А. Рудая // Инновационные технологии и технические средства в животноводстве: Сборник научных трудов международной научно-технической конференции «Инновационные технологии для АПК России» (14-15 мая 2008 г., г.Зерноград). – Зерноград: ВНИПТИМЭСХ, 2008. – 379 с. – С. 74-82.17.
13. Компьютерная модель предприятия по производству молока как часть системы автоматизированного мониторинга [Текст] / Литвинов В.Н. // Пленарные доклады и тезисы сообщений Международной научно-практической конференции "Инновационные ресурсосберегающие технологии". – М.: ФГБОУ ВПО МГАУ, 2012. – 190 с.
14. Литвинов В.Н. К разработке информационной системы предприятия по производству молока / В.Н. Литвинов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – №07(111). С. 1341 – 1357. – IDA [article ID]: 1111507086. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/07/pdf/86.pdf>, 1,062 у.п.л.

## References

1. Tolstouhova, T.N. Metodika rascheta osveshhenija proizvodstvennyh pomeshhenij: metodicheskoe posobie [Tekst] / T.N. Tolstouhova, I.V. Nazarov, S.M. Pjaticopov. – Zernograd: FGBOU VPO AChGAA, 2011. – 44 s.
2. Fedorishhenko, M.G. Raschet iskusstvennogo osveshhenija: metodicheskie ukazaniya k vypolneniju 1-oj chasti kursovogo proekta po discipline «Proizvodstvennaja sanitariya i gigena truda» [Tekst] / M.G. Fedorishhenko, V.S. Gazalov, S.M. Pjaticopov. – Zernograd: FGBOU VPO AChGAA, 2006. – 60 s.
3. Litvinov, V.N. Sovremennoe komp'juternoe programmirovanie: laboratornyj praktikum / V.N. Litvinov, N.B. Rudenko, N.N. Gracheva. – Zernograd: Azovo-Chernomorskij inzhenernyj institut FGBOU VPO DGAU, 2015. – 164 s.
4. Vakuumnye upravljaemye pul'satory, doil'nye avtomaty i sistemy [Tekst] : monografija / I.K. Vinnikov, O.B. Zabrodina, O.N. Bahchevnikov, V.N. Litvinov – Zernograd: Azovo-Chernomorskij inzhenernyj institut FGBOU VPO DGAU, 2015. – 188 s.
5. Nauchno-metodicheskie rekomendacii po kompleksnoj avtomatizacii i modernizacii doenija [Tekst] : monografija / I.K. Vinnikov, O.B. Zabrodina, V.N. Litvinov, Ju.V. Pahomov, O.I. Rudaja // Rossijskaja akademija sel'skohozjajstvennyh nauk; Severo-Kavkazskij nauchno-issledovatel'skij institut mehanizacii i jelektrifikacii sel'skogo hozjajstva

Rossijskoj akademii sel'skoho-zajstvennyh nauk (GNU SKNIIMJeSH Rossel'hoz akademii). Zernograd, 2011. – 112 s.

6. Litvinov, V.N. Povyshenie jeffektivnosti ispol'zovanija jenergonositelej pri proizvodstve moloka organizaciej jenergeticheskikh i informacionnyh potokov [Tekst] : dis. ... kand. tehn. nauk : 05.20.01 : zashhishhena 20.02.09 : utv. 05.07.09 / Litvinov Vladimir Nikolaevich. – Zernograd: Azovo-Chernomorskaja gosudarstvennaja agroinzhenernaja akademija, 2009. – 142 s. – Bibliogr.: s. 132–141.

7. Razrabotka baz dannyh i programmnoho obespechenija dlja avtomatizirovannoj sistemy upravlenija predpriyatijem po proizvodstvu moloka [Tekst] / V.N. Litvinov, O.B. Zabrodina // Metody i tehicheskie sredstva povyshenija jeffektivnosti primenenija jelektrojenergii v sel'skom hozjajstve : sbornik nauchnyh trudov. – Stavropol' : AGRUS, 2006. – 236s. – S. 86-89

8. Baza dannyh – osnova programmnyh produktov [Tekst] / V.N. Litvinov, O.B. Zabrodina // Sel'skij mehanizator. - 2008. - №4. – C. 39

9. Apparato-programmnyj kompleks sistemy proizvodstva moloka sel'skoho-zajstvennogo predpriyatija [Tekst] / O.B. Zabrodina, V.N. Litvinov, S.A. Morenko, O.I.Kucherenko, E.N. Chmeleva // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. Serija Agroinzhener. – 2008. - №1. – S. 64-66

10. Monitoring jenergozatrata predpriyatija po proizvodstvu moloka [Tekst] / V.N. Litvinov, O.B. Zabrodina // Mehanizacija i jelektifikacija sel'skogo hozjajstva. – 2008. - №8. – S. 4-6

11. Strukturnoe modelirovanie sistem [Tekst] / B.A. Kartashov, V.N. Litvinov, I.K. Vinnikov, E.V. Benova // Innovacionnye tehnologii i tehicheskie sredstva v zhivotnovodstve: Sbornik nauchnyh trudov mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoi konferencii «Innovacionnye tehnologii dlja APK Rossii» (14-15 maja 2008 g., g.Zernograd). – Zernograd: VNIPTIMJeSH, 2008. – 379 s. – S. 121-12914.

12. Opyt, sovremennoe sostojanie i problemy organizacii informacionnyh potokov v proizvodstve moloka [Tekst] / I.K. Chernousov, O.I. Rudaja, V.N. Litvinov, Ju.A. Rudaja // Innovacionnye tehnologii i tehicheskie sredstva v zhivotnovodstve: Sbornik nauchnyh trudov mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoi konferencii «Innovacionnye tehnologii dlja APK Rossii» (14-15 maja 2008 g., g.Zernograd). – Zernograd: VNIPTIMJeSH, 2008. – 379 s. – S. 74-82.17.

13. Komp'juternaja model' predpriyatija po proizvodstvu moloka kak chast' sistemy avtomatizirovannogo monitoringa [Tekst] / Litvinov V.N. // Plenarnye doklady i tezisy soobshhenij Mezhdunarodnoj nauchnoprakticheskoi konferencii "Innovacionnye resursosberegajushhie tehnologii". – M.: FGBOU VPO MGAU, 2012. – 190 s.

14. Litvinov V.N. K razrabotke informacionnoj sistemy predpriyatija po proizvodstvu moloka / V.N. Litvinov // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2015. – №07(111). S. 1341 – 1357. – IDA [article ID]: 1111507086. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2015/07/pdf/86.pdf>, 1,062 u.p.l.