

УДК 628.977.2

## РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА ДЛЯ ОСВЕЩЕНИЯ УЧЕБНЫХ АУДИТОРИЙ

**Терентьев Павел Валерьевич**

кандидат технических наук

e-mail: terentyevpv@inbox.ru

**Алимпиев Максим Станиславович**

магистрант

**Шильников Сергей Владимирович**

Магистрант

ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА

г. Нижний Новгород, Россия

**Аннотация:** В статье рассматриваются вопросы повышения энергоэффективности систем внутреннего освещения учебных аудиторий, за счет регулирования светового потока искусственных источников света в зависимости от уровня естественного освещения. Приводятся, технические характеристики светодиодных источников света разрешенных к применению в учебных аудиториях, результаты измерения уровня освещенности в аудитории ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА со светодиодными светильниками.

**Ключевые слова:** светодиодные источники света, энергосбережение, системы освещения, энергоэффективность, учебные аудитории, блок-схемы.

Действующие нормы и нормативы предъявляют особые требования к освещению бюджетных учреждений. Согласно принятому законодательству устанавливаемые в таких помещениях осветительные приборы должны иметь высокую эффективность и безопасность. На данный момент оптимальным вариантом для монтажа признаны светодиодные светильники [1-4].

В связи с этим был проведен сравнительный анализ технических характеристик источников света разрешенных к применению в учебных аудиториях высшего профессионального образования (таблица 1) [5,6].

Таблица 1

Технические характеристики источников света

№ п/п	Наименование светильника	Размер светильника ДхШхВ, мм	Р, Вт	Φ, лм	η, лм/Вт	Цена, руб.
1	Вартон А270 2.0	1195x180x50	30	3800	127	3952
2	Вартон А070 2.0	595x595x50		3900	130	2613
3	ДВО11-30-001 Frost 840	595x595x77		3237	108	5977
4	ДПО48-30-201 Prime Eco 840	1251x96x67		3150	105	4202
5	L-office 32 S Em Premium	592x592x57		2700	90	4100
6	L-school 32 Em Premium	1200x200x56,5		3400	113	5000
7	Jazz Way PPL 595/U Prisma*	595x595x27	36	2900	97	1684
8	ДВО11-36-003 Frost 840	595x595x77		3438	96	5997
9	ДПО46-36-004 Luxe 840	1251x44x76		4420	122	3324
10	Вартон Е270	1195x180x50		4600	127	3305
11	Вартон Е070	595x595x50		5000	139	3197
12	FERON AL5095	1210x70x43		3600	100	1405
13	FERON AL2115	595x595x19	2800	77	1123	
14	ДВО11-40-081 Frost	595x595x77	40	3500	88	6850
15	ДПО52-40-141 Optimus EM3 840	1040x104x64		4560	120	7447
16	L-school 55 Em Standart	1200x200x56,5		5100	128	5050
17	LP-OFFICE 40	595x595x40		4055	101	2400
18	Технолюкс TLPL06	1230x142x57		4300	110	2109
19	Технолюкс TL04	595x595x55		3750	96	1987

	CL					
--	----	--	--	--	--	--

\* данный тип светильников установлен в исследуемой учебной аудитории.

Также были проведены фактические замеры освещенности на рабочих поверхностях в учебной аудитории №210 ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА [7]. На рисунке 1 представлен общий вид аудитории и расположение контрольных точек измерения на рабочих поверхностях.

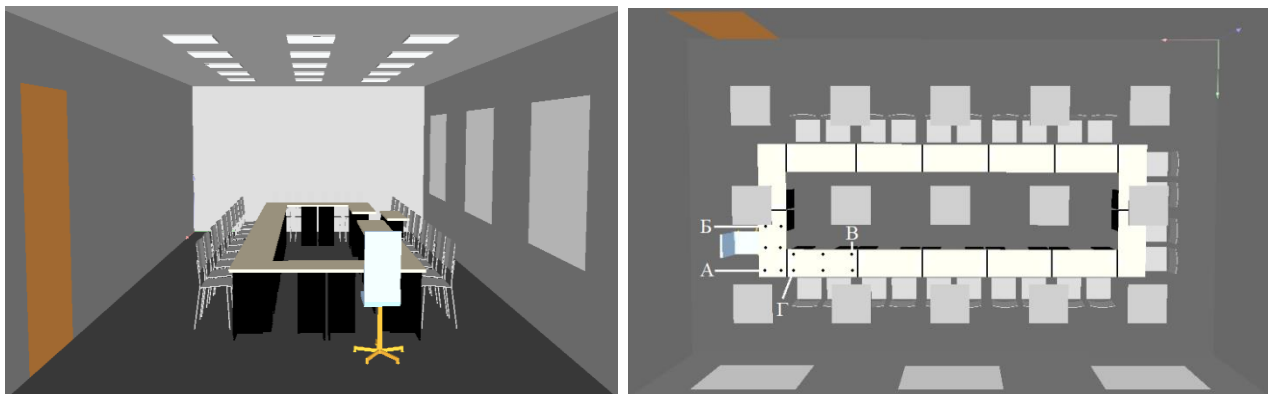


Рисунок 1 – Общий вид аудитории №210 ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА

А – 1<sup>ая</sup> точка измерения освещенности на рабочей поверхности: парта №1;

Б – 6<sup>ая</sup> точка измерения освещенности на рабочей поверхности: парта №1;


В – 79<sup>ая</sup> точка измерения освещенности на рабочей поверхности: парта №14;

Г – 84<sup>ая</sup> точка измерения освещенности на рабочей поверхности: парта №14.

В таблице 2 представлены режимы исследования освещенности в учебной аудитории ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА.

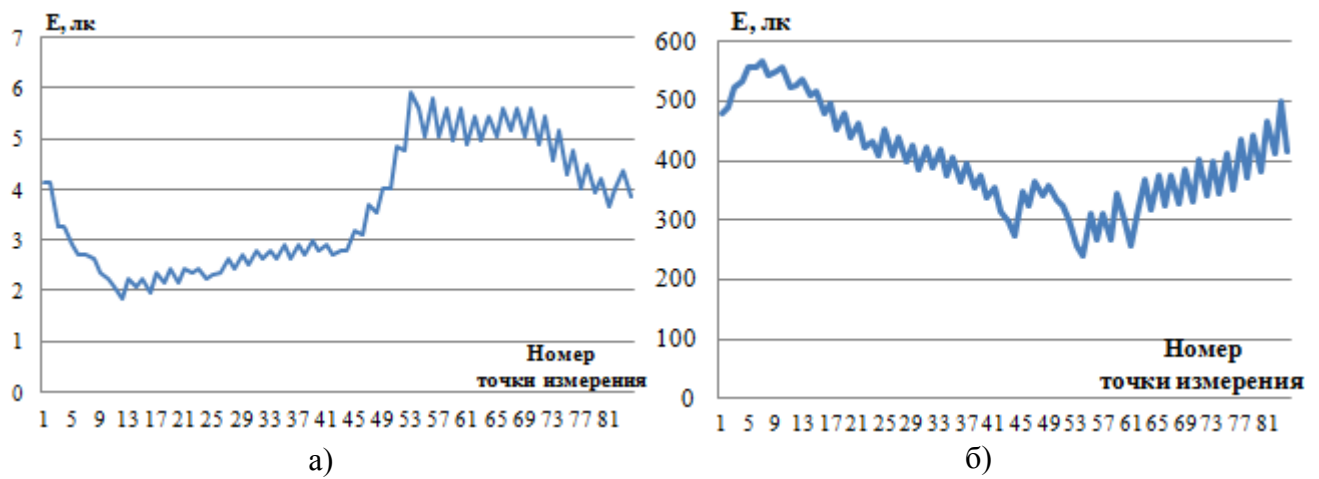
Таблица 2

Режимы исследования освещения рабочей поверхности в учебной аудитории №210  
ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА

Номер режима	Описание режима исследования	Фото режима
1	Только естественное освещение, искусственное освещение полностью отключено	

2	Включена 2 <sup>ая</sup> секция искусственного освещения	
3	Включены 1 <sup>ая</sup> и 2 <sup>ая</sup> секции искусственного освещения	
4	Включены 1 <sup>ая</sup> , 2 <sup>ая</sup> , 3 <sup>я</sup> секции искусственного освещения	

Результаты измерения уровня освещенности, при четырех режимах работы источников света, приведены на рисунке 2.



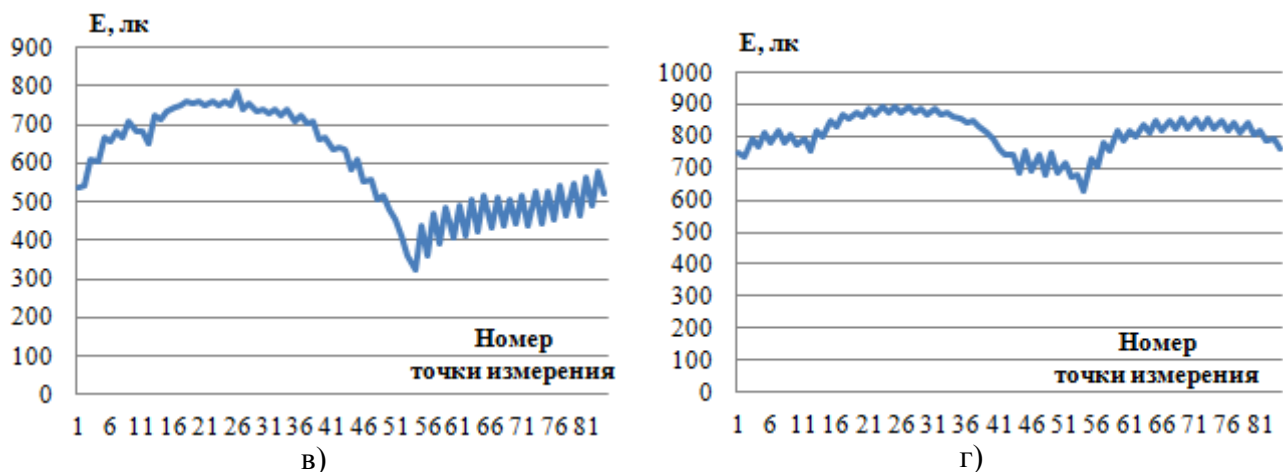


Рисунок 2 – Результаты измерения уровня освещенности в аудитории №210 ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА  
 а) 1-ый режим; б) 2-ой режим; в) 3-ий режим; г) 4-ый режим.

Из графиков, приведенных на рисунке 2 видно, что уровень освещённости не достигает номинального значения  $E_{нор}=500$  лк, во всех контрольных точках измерения на рабочих поверхностях, при 1-ом, 2-ом и 3-ем режимах использования искусственных источников света. При 4-ом режиме, все рабочие поверхности освещены выше номинального значения, зафиксировано максимальное значение уровня освещённости  $E_{раб.пов.}=895$  лк, что в свою очередь свидетельствует о перерасходе электрической энергии используемой на цели искусственного освещения.

Из проведенных исследований делаем вывод о том, что необходимо разработать систему регулирования внутреннего освещения в зависимости от изменяющейся во времени естественной освещенности, в связи, с чем была разработана блок-схема автоматического управления уровнем освещенности учебных аудиторий (рисунок 3).

В начале блок-схемы определяется показатель уровня освещенности рабочей поверхности естественным освещением ( $E_{раб. пов.}$ ). Следующий шаг блок логического условия – соответствует ли показатель максимального естественного освещения на рабочей поверхности ( $E_{ест. max}$ ) нормативу. Если из данного условия ответ «Да», то переходим к блоку ввода данных « $E_{ест max} \geq 500$  лк», а далее в конец блок схемы «Рабочая поверхность оптимально освещена». Если из данного условия ответ «Нет», то выполняется переход к блоку ввода данных « $E_{ест. max} < 500$  лк», далее к блоку команды «Использование

искусственного освещения ( $E_{св}$ )), далее блок логического условия соответствует ли показатель уровня освещенности рабочей поверхности показателю уровня освещенности в соответствии с нормативными документами « $E_{раб. пов.} = E_{нор}$ ». Если из данного условия следует ответ «Нет», то выполняется переход к блоку команды «Регулирование  $E_{св}$ », далее возврат к блоку логического условия – соответствие показателя максимального естественного освещения на рабочей поверхности нормативу « $E_{ест max} \geq 500$ ». Если из данного условия следует ответ «Да», то переходим в конец блок схемы «Рабочая поверхность оптимально освещена».

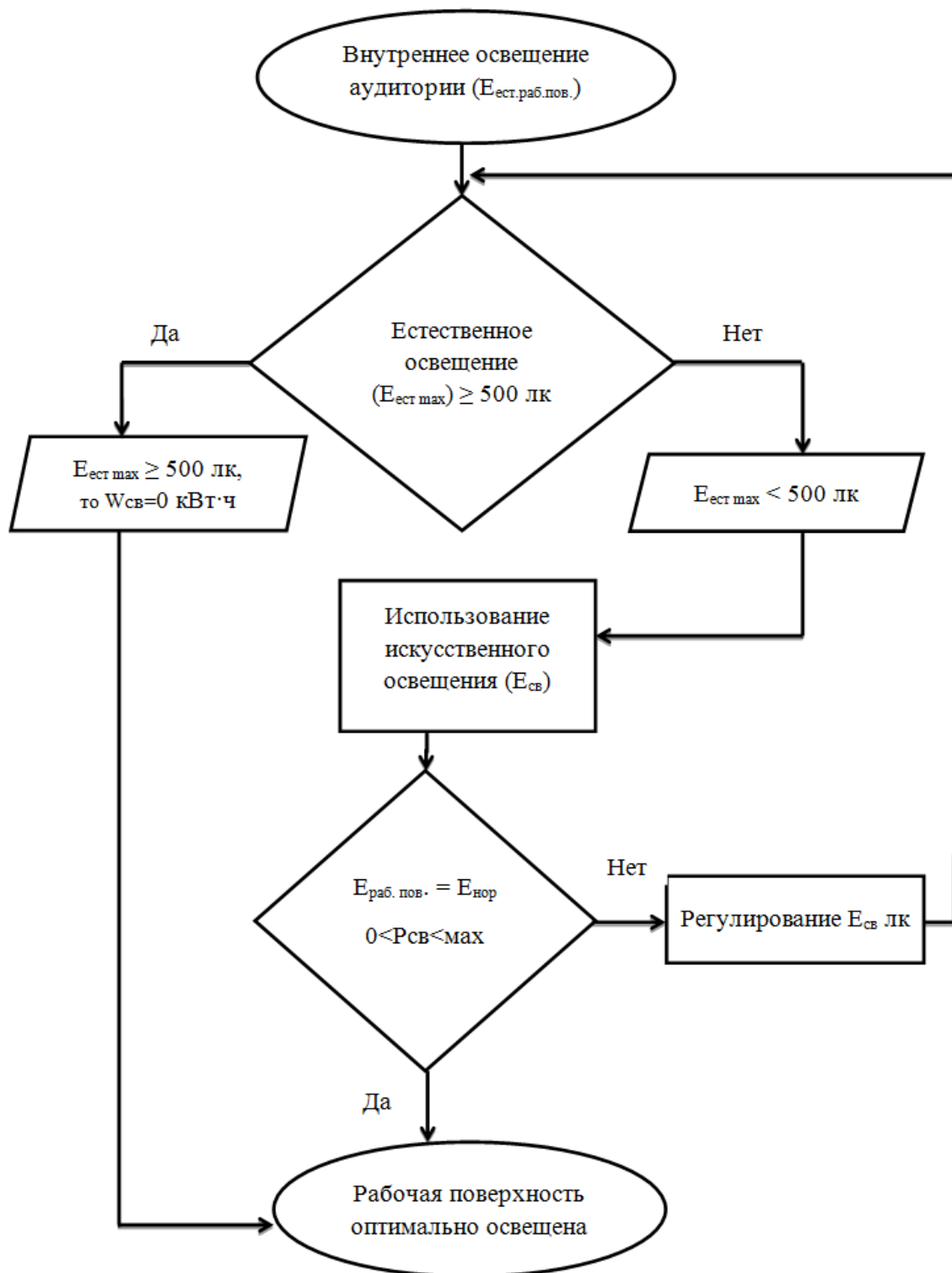


Рисунок 3 – Блок-схема автоматического управления уровня освещенности учебных аудиторий

$E_{\text{ест. раб. пов}}$  – показатель уровня освещенности рабочей поверхности, естественным освещением, лк;  $E_{\text{ест. max}}$  – показатель максимального естественного освещения на рабочей поверхности, лк;  $W_{\text{св}}$  – потребляемая мощность светильника, кВт·ч;  $E_{\text{св}}$  – показатель искусственного освещения на рабочей поверхности, лк;  $E_{\text{раб. пов.}}$  – показатель уровня освещенности рабочей

поверхности, лк;  $E_{\text{нор}}$  – показатель уровня освещенности рабочей поверхности в соответствии с нормативными документами, лк;  $P_{\text{св}}$  – потребляемая мощность, используемого светильника, кВт.

В дальнейшем планируется реализовать разработанную блок-схему автоматического управления уровня освещенности на базе аудитории №210 ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА, что позволит снизить потребление электроэнергии на внутреннее освещение учебных аудиторий за счет, более рационального использования энергоэффективных источников света.

### Список литературы

1. Федеральный закон Российской Федерации № 261-ФЗ от 23.11.09 г. «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

2. СП 251.1325800.2016. Здания общеобразовательных организаций. Правила проектирования (с Изменениями N 1, 2). – М.: Стандартинформ, 2017. – 61 с.

3. СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95. – М.: Стандартинформ, 2017. – 173 с.

4. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. – М.: Российская газета, N 91, 2003. – 27 с.

5. Терентьев, П.В. Исследование влияния отклонений напряжения на характеристики энергоэффективных источников света (на примере светодиодных ламп) / П.В. Терентьев // Нижегородская сессия молодых ученых. Технические науки: материалы докладов / Н.Новгород, 2014. – С.258-261.



6. Энергоэффективное электрическое освещение: учебное пособие/ С.М. Гвоздев, Д.И. Панфилов, В.Д. Поляков, Т.К. Романова, И.П. Шестопалова, А.С. Шевченко, В.А. Хухтикова. – М.: Издательский дом МЭИ, 2013. – 288 с.

7. ГОСТ 24940-2016. Здания и сооружения. Методы измерения освещенности. – М.: Стандартинформ, 2019. – 23 с.

## **RATIONAL USE OF ENERGY-EFFICIENT SOURCES OF LIGHT FOR LIGHTING EDUCATIONAL AUDIENCE**

**Terentyev Pavel Valerievich**

Ph. D. (Engineering)

e-mail: terentyevpv@inbox.ru

**Alimpiev Maxim Stanislavovich**

Undergraduate

**Shilnikov Sergey Vladimirovich**

Undergraduate

Nizhny Novgorod State Agricultural Academy

Nizhny Novgorod, Russia

**Abstract:** The article discusses the issues of increasing the energy efficiency of indoor lighting systems for classrooms, by regulating the luminous flux of artificial light sources depending on the level of natural light. The technical characteristics of LED light sources approved for use in classrooms, the results of measuring the level of illumination in the audience of Nizhny Novgorod State Agricultural Academy with LED lights are given.

**Keywords:** LED light sources, energy saving, lighting systems, energy efficiency, classrooms, block diagrams.