

ГИГИЕНА / HYGIENE

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.137.138>

ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ НА КАЧЕСТВО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ

Научная статья

Маринин И.Ю.^{1,*}, Сердюков В.Г.², Чалдышева К.С.³, Ярыга В.В.⁴, Гелачев М.Г.⁵, Давыденко Д.В.⁶

¹ ORCID : 0000-0002-7471-612X;

² ORCID : 0000-0002-4194-3983;

³ ORCID : 0009-0000-7100-0196;

⁴ ORCID : 0000-0002-3000-6425;

⁵ ORCID : 0000-0002-6044-3976;

⁶ ORCID : 0000-0002-5843-8035;

^{1, 2, 3, 4, 5, 6} Астраханский государственный медицинский университет, Астрахань, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (igormarinin[at]mail.ru)

Аннотация

В рамках выполнения комплексной НИР (регистрационная карта №393.01) «Оптимизация условий обучения и укрепления здоровья участников общеобразовательного процесса с использованием здоровьесберегающих технологий» в 11 общеобразовательных учреждениях города Астрахани была проведена работа по изучению уровня искусственного освещения учебных классов с целью оценки эффективности системы искусственного освещения и выработки рекомендаций по снижению функциональной нагрузки на органы зрения участников образовательного процесса. В общей сложности обследовано 116 учебных помещений различной направленности. Измерения фактического уровня освещенности производили в темное время суток люксметром Ю117. Коэффициент отражения поверхностей рассчитывали, как отношение отраженного светового потока к падающему на расстоянии 80-100 мм от исследуемой плоскости. Расчет коэффициента равномерности освещенности определяли как отношение освещенности исследуемой рабочей поверхности к максимальной. В результате было показано, что независимо от типа применяемых источников искусственного освещения общий уровень освещенности соответствовал гигиеническим требованиям и нормативам. Отмечена наибольшая распространенность газоразрядных ламп при освещении образовательных помещений, определены перспективы альтернативного использования светодиодных источников освещения, а также разработаны рекомендации по повышению эффективности искусственного освещения за счет своевременной очистки осветительной арматуры от загрязнений.

Ключевые слова: учебные классы, искусственное освещение, освещенность, качество образовательной среды.

INFLUENCE OF ARTIFICIAL LIGHTING LEVELS ON THE QUALITY OF THE EDUCATIONAL ENVIRONMENT

Research article

Marinin I.Y.^{1,*}, Serdyukov V.G.², Chaldisheva K.S.³, Yariga V.V.⁴, Gelachev M.G.⁵, Davidenko D.V.⁶

¹ ORCID : 0000-0002-7471-612X;

² ORCID : 0000-0002-4194-3983;

³ ORCID : 0009-0000-7100-0196;

⁴ ORCID : 0000-0002-3000-6425;

⁵ ORCID : 0000-0002-6044-3976;

⁶ ORCID : 0000-0002-5843-8035;

^{1, 2, 3, 4, 5, 6} Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russian Federation

* Corresponding author (igormarinin[at]mail.ru)

Abstract

Within the framework of the complex research work (registration card No. 393.01) "Optimization of Learning Conditions and Health Promotion of the Participants of the General Education Process Using Health-saving Technologies" in 11 general education institutions of Astrakhan, work on studying the level of artificial lighting of classrooms was carried out to evaluate the effectiveness of the artificial lighting system and to develop recommendations to reduce the functional load on the visual organs of the participants of the educational process. A total of 116 classrooms of different orientation were surveyed. The actual illumination level was measured in the dark time of day using a luxmeter Yu117. The reflection coefficient of surfaces was calculated as the ratio of reflected light flux to incident light flux at a distance of 80-100 mm from the examined plane. Calculation of illumination uniformity coefficient was determined as a ratio of illumination of the studied working surface to the maximum one. As a result, it was shown that regardless of the type of artificial lighting sources used, the general level of illumination met hygienic requirements and standards. The greatest prevalence of discharge lamps in the lighting of educational premises was noted, the prospects for alternative use of LED lighting sources were determined, and recommendations were developed to improve the efficiency of artificial lighting through timely cleaning of lighting fixtures from contaminants.

Keywords: classrooms, artificial lighting, illumination, quality of educational environment.

Введение

Необходимость научного подхода к аспектам воспитания и формирования здорового образа жизни человека, особенно детей и подростков, сохраняет свою актуальность до настоящего времени. Особое внимание повсеместно уделяется внедрению в широкую практику здоровьесберегающих технологий, направленных на выявление и минимизацию воздействия неблагоприятных факторов внешней среды на организм. Наряду с различного рода нарушениями функционального характера со стороны сердечно-сосудистой, нервной, опорно-двигательной систем среди участников образовательного процесса довольно часто встречаются нарушения зрения, особенно, у детей младшего школьного возраста [1], [4], [7]. Данная ситуация объясняется высокой нагрузкой в процессе обучения на зрительный анализатор за счет возрастающего объема информации и общего напряжения интеллектуальной сферы. Способность глаза к ясному видению находится в прямой зависимости от уровня и качества освещенности рабочих поверхностей в учебных помещениях [5], [7]. При снижении освещенности отмечается существенное утомление глазного аппарата, снижаются концентрация внимания, устойчивость к стрессовым ситуациям, общая работоспособность и пр. Анализ показателей естественного и искусственного освещения, как правило, дает возможность объективно оценить качество освещенности в конкретном помещении [9] и, в случае необходимости, наметить мероприятия по его улучшению.

Цель исследования: изучить параметры процесса искусственного освещения классов общеобразовательных учреждений города Астрахани согласно методике, разработанной на кафедре общей гигиены Астраханского государственного медицинского университета, оценить показатели его эффективности и выработать рекомендации по снижению функциональной нагрузки на органы зрения участников образовательного процесса.

Методы и принципы исследования

Для оценки параметров искусственного освещения в помещениях учебных классов общеобразовательных учреждений в рамках выполнения комплексной НИР «Оптимизация условий обучения и укрепления здоровья участников общеобразовательного процесса с использованием здоровьесберегающих технологий» было проведено обследование 6 СОШ, 2 лицеев и 3 гимназий города Астрахани. В общей сложности проведено комплексное обследование 116 учебных помещений различного профиля. Из них 64 класса начальной школы. Измерения фактического уровня освещенности производили в темное время суток люксметром Ю117. Коэффициент отражения поверхностей рассчитывали как отношение отраженного светового потока к падающему на расстоянии 80 – 100 мм от исследуемой плоскости. Расчет коэффициента равномерности освещенности (отношение освещенности исследуемой рабочей поверхности к максимальной) проводили по формуле:

$$q = (E \cdot 100\%) / E_{\max}$$

где q – коэффициента равномерности освещенности, %;

E – освещенность исследуемой рабочей поверхности, лк;

E_{\max} – максимальная освещенность в данном помещении, лк.

При полной равномерности освещения – q равен 100%.

Основные результаты

Из 11 обследованных нами общеобразовательных учреждений 3 здания имели «возраст» старше 80 лет, 2 здания – 40-60 лет и 6 зданий – от 10 до 40 лет. В зависимости от периода постройки менялась общая концепция строительства школьных зданий. В основном различия касались геометрических пропорций, таких как площадь помещений и высота потолков. Соответственно и тип осветительных устройств в различные периоды строительства существенно различался. В результате изменения концепции градостроительства и санитарно-гигиенических требований к микроклимату помещений происходили процессы приведения в соответствие систем освещения. Преимущественно в качестве источника искусственного освещения в учебных помещениях, в настоящее время, используются люминесцентные лампы (84,2%). Независимо от того, что с 2011 года в России запрещено использование ламп накаливания мощностью 100 и более Вт, до сих пор, местами остаются в эксплуатации светильники с лампами накаливания (95 Вт) и теплоизлучателями различного назначения мощностью 150, 200, 300 и 500 Вт (12,3%), а также набирают популярность светодиодные лампы с использованием световой арматуры от ламп накаливания (3,5%) (см. табл. 1). Однозначного ответа на вопрос какой источник света лучше до сих пор не существует. Каждый из них имеет преимущества и недостатки, поэтому в своей работе мы будем рассматривать только объективные данные, полученные опытным путем.

Качественные характеристики освещенности рабочих мест в помещениях классов средних общеобразовательных учреждений города Астрахани существенно различалась. Различия были выявлены не только среди отдельных учреждений, но и в пределах одного учреждения в разных классах. Причиной таких различий явились архитектурные особенности зданий (площадь помещений, высота потолков, цвет отражающих поверхностей и др.), а также вид и показатели эффективности источника искусственного освещения. Полученные нами результаты были разделены на группы (см. табл. 1). К I группе отнесены уровень и характеристики параметров искусственного освещения в помещениях, в которых в качестве источника освещения использовались лампы накаливания, ко II группе – люминесцентные светильники, а к III группе – светодиодные лампы.

Таблица 1 - Характеристика параметров искусственного освещения

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.137.138.1>

Параметр		Группа I	Группа II	Группа III
Источник света, %	Лампа накаливания	12,3	-	-

	Люминесцентная лампа	-	84,2	-
	Светодиодная лампа	-	-	3,5
Осветительная арматура, %	Есть	100	100	100
	Нет	-	-	-
Фактическая освещенность рабочей поверхности (лк), усредненные значения		246±16,6	308±18,2	329±17,9
Коэффициент отражения поверхностей	Потолок	0,74	0,82	0,86
	Стены	0,56	0,61	0,67
	Рабочая поверхность	0,34	0,42	0,51
	Пол	0,18	0,2	0,24
Коэффициент равномерности освещенности, %, усредненные значения		76,2±6,1	87,4±6,8	81,6±5,7

Обсуждение

Анализ полученных данных показал, что в целом характеристики параметров искусственного освещения в классных помещениях соответствуют установленным гигиеническим нормативам. Наибольшая эффективность по критериям уровня, отражающей способности и равномерности освещения выявлена в случаях использования люминесцентных ламп (группа II). На наш взгляд, это объясняется несколькими факторами. Наибольшая площадь светоизлучающей поверхности (многократно превышающая альтернативные источники) приводит к более равномерному распределению светового потока, насыщенный слой люминофоров на внутренней поверхности стеклянной трубки позволяет получить рассеянное излучение, а спектральный состав световых волн, максимально приближенный к естественному, практически не искажает цветопередачу и не дает стробоскопического эффекта. Так, фактическая освещенность поверхностей по усредненным значениям составила 308±18,2 лк. Коэффициенты отражения потолка, стен, рабочих поверхностей и пола составили 0,82; 0,61; 0,42 и 0,2 соответственно. Коэффициент равномерности освещенности составлял 87,4±6,8% (максимальный, по сравнению с другими источниками). Наименьшую эффективность показали лампы накаливания. Фактическая освещенность при их использовании составила 246±16,6 лк, что на 20% ниже, чем в группе II, а коэффициент равномерности освещенности составлял 76,2±6,1%. Светодиодные лампы были использованы всего в 4 помещениях. Эффективность их применения достаточно высока (группа III). Говорить о репрезентативности полученных результатов рано, однако использование светодиодов представляется авторам весьма перспективным направлением и требует дальнейшего изучения.

Важным параметром в процессе создания условий эффективного искусственного освещения является светопроницаемость осветительной арматуры. Помимо качества материалов, используемых в ее производстве, на процесс излучения существенное влияние имеют загрязняющие факторы. Для подтверждения данного тезиса нами было проведено специальное исследование. В девяти однотипных школьных классах, где в качестве источников искусственного освещения использовали люминесцентные лампы, изначально были произведены замеры общей освещенности (базовый уровень). Средние показатели составили 301,8±16,9 лк. Затем, непосредственно в нашем присутствии, произвели демонтаж элементов осветительной арматуры (защитные рассеивающие экраны), влажную очистку от загрязнений внутренней и внешней поверхностей, монтаж на штатные позиции. Повторно замерили уровень общей освещенности. В результате получили средние показатели, составившие 337,9 ±17,3 лк. Таким образом, удаление загрязнений с осветительной арматуры позволили увеличить уровень общей освещенности на 12%, что является ощутимым фактором для снижения нагрузки на зрительный анализатор и работу ЦНС в целом участников образовательного процесса.

Заключение

В результате проведенного исследования было показано, что независимо от типа применяемых источников искусственного освещения в классах общеобразовательных учебных заведений города Астрахани, общий уровень освещенности соответствовал гигиеническим требованиям и нормативам. Отмечена наибольшая распространенность газоразрядных ламп при освещении образовательных помещений, определены перспективы альтернативного использования светодиодных источников освещения, а также разработаны рекомендации по повышению эффективности искусственного освещения за счет своевременной очистки осветительной арматуры от загрязнений.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Позднякова М.А., Нижегородский научно-исследовательский институт гигиены и профпатологии, Нижний Новгород, Российская Федерация
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.137.138.2>

Conflict of Interest

None declared.

Review

Pozdnyakova M.A., Nizhny Novgorod Research Institute of Hygiene and Occupational Pathology, Nizhny Novgorod, Russian Federation
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.137.138.2>

Список литературы / References

1. Большаков А.М. Общая гигиена: учебник / А.М. Большаков. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: "ГЭОТАР-Медиа", 2014. — 432 с.: илл. — ISBN 978-5-9704-2862-7
2. Большаков А. М. Общая гигиена: учебник / А. М. Большаков. — 3-е изд., перераб и доп. — М.: «ГЭОТАР-Медиа», 2016. — 432 с.: с ил. — ISBN 978-5-9704-2244-1.
3. Большаков В. М. Руководство к лабораторным занятиям по общей гигиене / В. М. Большаков. — 2-е изд., перераб и доп. — М.: Медицина, 2004. — 272 с. — ISBN 978-5-225-04660-6.
4. Кича Д. И. Общая гигиена. Руководство к лабораторным занятиям: учебное пособие / Д.И. Кича, Н.А. Дрожжина, А.В. Фомина. — М.: «ГЭОТАР-Медиа», 2015. — 288 с. — ISBN 978-5-9704-3430-7. — URL: <http://www.studmedlib.ru/book/> (дата обращения: 10.08.2023).
5. Маринин И.Ю. Гигиеническая оценка инсоляции в учебных классах общеобразовательных учреждений города Астрахани / И.Ю. Маринин, В.Г. Сердюков, В.В. Ярыга [и др.] — Международный научно-исследовательский журнал. —2023. — №5. — с. 34-36.
6. Мельниченко П.И. Гигиена / П.И. Мельниченко, В.И. Архангельский, Т.А. Козлова; под ред. П.И. Мельниченко. — М.: «ГЭОТАР-Медиа». — 2014. — 656 с.: ил. — ISBN 978-5-9704-3083-5.
7. Пивоваров Ю. П. Гигиена и основы экологии человека: учебник для студ учреждений высш. мед. проф образования / Ю.П. Пивоваров, В.В. Королик, Л.С. Зиневич; под ред. Ю.П. Пивоварова. — 6-е изд. стер. — М.: Издательский центр «Академия», 2010. — 528 с. — ISBN 978-5-7695-7644-7.
8. Румянцев Г. И. Гигиена: учебник. — 2-е изд., перераб. и доп. / Под ред. акад. РАМН Г.И. Румянцева. — М.: «ГЭОТАР МЕДИА», 2009. — 608 с.: с ил. — ISBN 978-5-9704-1169-8.
9. Сердюков В.Г. Санитарно-гигиеническая оценка естественного и искусственного освещения помещений / В.Г. Сердюков, А.А. Антонова, Г.А. Яманова. — Астрахань: Издат. Астраханская мед. Академия, 2021. — 51 с.
10. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий».

Список литературы на английском языке / References in English

1. Bol'shakov A. M. Obshchaya gigiena: uchebnik [General Hygiene: textbook] / A. M. Bol'shakov. — 3rd ed., reprint. and add. — М.: «GEOTAR-Media», 2014. — 432 p.: ill. — ISBN 978-5-9704-2862-7 [in Russian].
2. Bol'shakov A. M. Obshchaya gigiena: uchebnik [General Hygiene: textbook] / A. M. Bol'shakov. — 3rd ed., reprint. and add. — М.: «GEOTAR-Media», 2016. — 432 p.: ill. — ISBN 978-5-9704-2244-1 [in Russian].
3. Bol'shakov V. M. Rukovodstvo k laboratornym zanyatiyam po obshchej gigiene [A Guide to Laboratory Classes in General Hygiene] / V. M. Bol'shakov. — 2nd ed., reprint. and add. — М.: Medicina, 2004. — 272 p. — ISBN 978-5-225-04660-6 [in Russian].
4. Kicha D. I. Obshchaya gigiena. Rukovodstvo k laboratornym zanyatiyam: uchebnoe posobie [General Hygiene. A guide to laboratory classes: study guide] / D.I. Kicha, N.A. Drozhzhina, A.V. Fomina. — М.: «GEOTAR-Media», 2015. — 288 p. — ISBN 978-5-9704-3430-7. — URL: <http://www.studmedlib.ru/book/> (accessed: 10.08.2023) [in Russian].
5. Marinin I.YU. Gigienicheskaya ocenka insolyacii v uchebnyh klassah obshcheobrazovatel'nyh uchrezhdenij goroda Astrakhani [Hygienic Assessment of Insolation in Classrooms of General Education Institutions of the City of Astrakhan] / I.YU. Marinin, V.G. Serdyukov, V.V. Yaryga [et al.] — International Research Journal. —2023. — №5. — p. 34-36 [in Russian].
6. Mel'nichenko P.I. Gigiena [Hygiene] / P.I. Mel'nichenko, V.I. Arhangel'skij, T.A. Kozlova; ed. by P.I. Mel'nichenko. — М.: «GEOTAR-Media». — 2014. — 656 p.: ill. — ISBN 978-5-9704-3083-5 [in Russian].
7. Pivovarov YU. P. Gigiena i osnovy ekologii cheloveka: uchebnik dlya stud uchrezhdenij vyssh. med. prof obrazovaniya [Hygiene and the Basics of Human Ecology: textbook for students of higher medical education] / YU.P. Pivovarov, V.V. Korolik, L.S. Zinevich; ed. by YU.P. Pivovarov. — 6th ed. ster.. — М.: Publishing Center "Academy", 2010. — 528 p. — ISBN 978-5-7695-7644-7 [in Russian].
8. Rumyanцев G. I. Gigiena: uchebnik [Hygiene: textbook]. — 2nd ed., reprint. and add. / Ed. by Acad. of RAMS G.I. Rumyanцев. — М.: «GEOTAR MEDIA», 2009. — 608 p.: ill. — ISBN 978-5-9704-1169-8 [in Russian].
9. Serdyukov V.G. Sanitarno-gigienicheskaya ocenka estestvennogo i iskusstvennogo osveshcheniya pomeshchenij [Sanitary and Hygienic Assessment of Natural and Artificial Lighting of Premises] / V.G. Serdyukov, A.A. Antonova, G.A. Yamanova. — Astrakhan: Publishing House of Astrakhan Medical Academy, 2021. — 51 p. [in Russian]
10. SanPiN 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Gigienicheskie trebovaniya k estestvennomu, iskusstvennomu i sovmeshchennomu osveshcheniyu zhilyh i obshchestvennyh zdaniy» [Hygienic Requirements for Natural, Artificial and Combined Lighting of Residential and Public Buildings] [in Russian]