

DOI: 10.34031/2071-7318-2021-7-12-43-53

Гульбинас А.С., Широкова Д.Н.Тюменский индустриальный университет***E-mail: gulbinasas@tyuiu.ru*

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СВЕТОТЕХНИЧЕСКОГО РЕЖИМА

Аннотация. В статье представлены результаты исследования системы организации и функционирования светотехнического режима. Объектом исследования является категория «светотехнический режим». Применяется символичный метод научного познания «пентаграмма у-син» и указанная категория рассматривается как некоторая система. Целью исследования является определение компонентов системного объекта, выявление закономерной системы функционирования объекта, изучение и анализ форм отношений, возникающих между компонентами категории. Предложена схема, на которой отображен жизненный цикл категории «светотехнический режим». На основании последовательности формирования потребностей в создании светотехнического режима в помещении выделены пять основных компонентов системы: инвестиционные вложения; количественные характеристики; качественные характеристики; энергетические характеристики; техобслуживание и особенности эксплуатации. В соответствии с разработанной схемой проанализированы характеристики осветительных установок и объемно-планировочные решения в основных помещениях дошкольных образовательных организаций. Приоритетными для указанных помещений компонентами являются энергетические характеристики. Соблюдение количественных показателей зависит от эффективности технического обслуживания. Потребности эстетического и эмоционального удовлетворения являются второстепенными, значительных затрат не предусматривается. Таким образом, можно судить, что в представленных помещениях развитие категории «светотехнического режима» идет по пути патологических ограничений. Сделан вывод о формах организации компонентов категории «светотехнический режим», о влиянии отношений компонентов (поддержка или ограничение) на эффективность работы осветительной установки. Результаты исследований могут быть использованы в дальнейшем при обследованиях качества световой среды и мониторинге светотехнического режима в помещениях.

Ключевые слова: светотехнический режим, качественные и количественные характеристики, осветительная установка, энергоэффективность, категориально-символичный метод «пентаграмма у-син».

Введение. Естественное освещение является гармоничным и биологически эффективным. При недостаточности такого освещения в помещении добавляется искусственное освещение. Гигиеническими требованиями к искусственному освещению являются достаточность, равномерность, близость к спектральному составу солнечного света, отсутствие ослепляющего действия и отсутствие блескости [1, 2]. В соответствии ГОСТ ИСО 8995-2002 «Принципы зрительной эргономики. Освещение рабочих систем внутри помещений» большое влияние на качество воспринимаемой зрительной информации и, следовательно, на производительность и эффективность работы персонала оказывают объемно-планировочные решения помещения, рабочее пространство, светотехнический режим и особенности человеческого организма.

В настоящее время роль искусственного освещения очень высока. Неоспоримым фактом является воздействие искусственного освещения на глаза человека, и особенно детей. При неблагоприятных условиях световой среды увеличиваются риски ухудшения зрения и самочувствия

[3–6]. Совершенствование светотехнического режима в помещениях направлено на поиск оптимальных решений по созданию и содержанию осветительных установок (далее ОУ), поддерживающих зрительную систему и общее состояние организма человека на должном уровне. Оценка качества и безопасность световой среды в помещении проводится в рамках проведения специальной оценки условий труда на основании Р 2.2.2006-05 «Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда». Инструментальные измерения проводят согласно ГОСТ 24940-2016 «Здания и сооружения. Методы измерения освещенности» и учитывают такие характеристики ОУ, как: уровень освещенности, яркость, сравнение фактического и нормируемого уровня освещенности и другие [1].

Искусственное освещение становится все более биологически и человекоориентированным. Разрабатываются и внедряются в жизнь световые приборы с возможностью изменения цве-

товой температуры, с возможностью диммирования, осветительные установки с автоматическим управлением и возможностью автоматизации. Исследования, проводимые в области проектирования и внедрения осветительных установок с использованием динамического освещения и близких по характеристикам и даже заменяющих естественное освещение [7–12], показывают актуальность данной тематики.

Использование экономически эффективных мер в свою очередь является одной из стратегий, сформулированных международным сообществом в целях сокращения объема потребления энергии зданиями [13]. Энергетические характеристики систем освещения зданий являются также значимыми. Принятие Федерального закона от 23.11.2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» поставило перед организациями задачи, связанные с обеспечением рационального использования энергетических ресурсов и принятие мер, направленных на повышение энергоэффективности. Исследования в рамках энергетической эффективности проводятся в основном по следующим аспектам: внедрение энергетически эффективных технологий и источников света и мониторинг энергоэффективности осветительных установок [14–17].

Расчет, проектирование систем освещения, соблюдение гигиенических нормативных требований, энергетическая эффективность, оценка качества световой среды и эффективность технического обслуживания осветительных установок являются элементами категорий «светотехнический режим», но изучаются в настоящее время по отдельности в различных областях науки: светотехника, энергосбережение, инженерно-технические системы зданий и других. Возможность изучения объекта в целом, а не только отдельно ее составляющих, является актуальной задачей для исследования.

Материалы и методы. Методология исследования основана на системно-категориальном подходе, и предполагается, что категория «светотехнический режим» - составной объект, свойства которого не сводятся к сумме свойств его компонентов. В рамках системного подхода можно детально исследовать каждую часть объекта по отдельности и проследить взаимосвязи, появляющиеся в процессе функционирования. Достоинством выбранного подхода является изучение объекта в виде структурной схемы, в которой отражается сам объект, как целое, и части объекта.

Целью исследования является анализ форм отношений (система функционирования) частей объекта, возникающих между компонентами категории «светотехнический режим». Для решения поставленной задачи использован символичный метод. Такие методы для познания объекта исследования позволяют запустить механизм визуального мышления по определенным схемам, трансформируют символ таким образом, что дают возможность графическим способом представить объект исследования и взаимосвязь элементов [18], что и приводит к возможности проанализировать материал и выполнить преобразование [19]. Символьные методы познания позволяют выделить в объекте главное, обнаружить составляющие его элементы, показать их взаимосвязь. Кроме этого графическая информация, используемая в символических методах для реализации функции обобщения и абстрагирования, обладает свойством поддерживать процессы мышления, выступает средством графического моделирования и визуализации [20]. Исследования с применением символических методов показывают эффективность в разных областях научного знания, таких как психология, педагогика, философия и других [19–22].

Одним из таких символических методов системного научного подхода можно назвать метод «пентаграмма у-син». Пентаграмма может представлять собой правильный пятиугольник или звезду, в углах которого располагаются элементы.

Процесс работы над пентаграммой состоит из нескольких этапов, в числе которых выделяем следующие [18, 20]:

1. Вычленяются главные элементы – признаки, подлежащие отражению в вершинах пентаграммы и соответствующие характеру первоэлемента.
2. Выявляются отношения между этими элементами и последовательность возникновения или порождения.
3. Определяется единственный ресурс, способствующий возникновению каждого элемента.
4. Создается схема пентаграммы – графическое отображение категории и компонентов, анализируются результаты.

Основная часть. Ресурсом создания эффективного светотехнического режима в помещении является главная потребность человека в дополнительном искусственном освещении в помещениях зданий для выполнения зрительных задач. Второстепенными потребностями могут стать: 1 – потребности в финансовых и материальных затратах при выполнении главной потребности; 2 – потребности сохранения окружающей среды и

здоровья человека; 3 – удовлетворение эстетических и эмоциональных потребностей.

Все первоначальные элементы расположены в вершинах пятиугольника (пентаграммы) и им соответствуют представленные компоненты. Схема (рис. 1) графически отображает жизненный цикл категории «светотехнический режим» и предполагает существование начала и окончания процесса. Эти компоненты находятся в равновесии в разной степени важности и с разными

пропорциями. С этой точки зрения категория «светотехнический режим» представляется как эволюционирующий объект. Начальным компонентом функционирования выступают инвестиционные вложения – происходит появление светотехнического режима. А затем объект проходит последовательно по вершинам пентаграммы, обретая новые качества.



Рис. 1. Категория «светотехнический режим» представленная по методу «пентаграмма у-син»

«Начальный элемент, бесформенный источник множества форм» [18] представлен компонентом инвестиции. Инвестиционные затраты – это некоторые расходы, связанные с реализацией и существованием ОУ. Именно инвестиционные затраты являются началом создания материального объекта из умозрительных потребностей и обеспечивают работоспособность объекта в период эксплуатации.

«Расцвет объекта, выход процесса из внутреннего состояния во внешнюю среду» [18] представлен компонентом количественные характеристики. Функционирование систем освещения без достижения определенных количественных характеристик невозможно. При проектировании освещения в помещении (выбор осветительного оборудования и источников света) должны учитываться такие характеристики, как уровень освещенности (на вертикальной и горизонтальной поверхности), световой поток, световая отдача, яркость и другие (Свод Правил «СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*», 2016 г.).

«Активный и самый ресурсозатратный элемент» [18] – качественные характеристики. Качественные характеристики, такие как цветовая температура, цветопередача и прочие, в том числе такие характеристики, которые отвечают

за внешний вид осветительного прибора, светораспределение, персонализированные настройки (например, диммирование светового потока, изменение цветовой температуры) необходимы для визуального комфорта и удобства эксплуатации систем освещения. Именно такие качественные характеристики могут удовлетворить эстетические и эмоциональные потребности человека. Проектирование качественных параметров является персонализированным и поэтому достаточно затратным.

«Элемент, выступающий в качестве оси баланса» [18] – энергетические характеристики, в связи с необходимостью соблюдения потребностей общества в сохранении окружающей среды. Количественные и качественные характеристики необходимо оптимизировать с учетом характеристик энергетической эффективности систем освещения. В качестве рассматриваемых характеристик могут выступать такие как автоматическое или индивидуальное управление освещением, удельное и фактическое потребление электроэнергии на цели освещения и другие.

«Итоговый, завершающий элемент» [18] представлен компонентом эксплуатационные характеристики. Эксплуатационная эффективность системы освещения, является гарантом долговечной и эффективной работой. Соблюдение запроектированных светотехнических параметров при

эксплуатации помещений является важной задачей. Здесь представляют интерес такие характеристики, как режим работы освещения, срок службы и возраст источников света, частота технического обслуживания и чистки световых приборов, сравнение фактического и нормируемого уровня освещенности и другие.

Символьный метод «пентаграмма у-син» рассматривает два возможных типа отношений между элементами: прямая и обратная поддержка; прямое и обратное ограничение.

Прямая и обратная поддержка. В случае, когда элементы расположены в порядке цикла порождения потребностей (рис. 2, а) от необходимости создания эффективного светотехнического режима, начиная с начальной точки (инвестиционные вложения), проявляются отношения прямой поддержки: каждый последующий компонент пентаграммы поддерживает предыдущий:

- Создание светотехнического режима с определенными количественными характеристиками базируется на существовании некоторого финансирования и удовлетворяет потребности человека или общества в материальных (световое оборудование) и финансовых (денежные средства) инвестициях.

- Эстетическую и эмоциональную потребность возможно удовлетворить при выполнении требуемых качественных характеристик осветительной установки, величины которых связаны с эффективными количественными характеристиками.

- Для оптимизации проектных решений по количественным и качественным характеристикам необходимо соблюдение энергетических характеристик.

- Эксплуатационные характеристики «держат в руках» энергетические характеристики, так как эксплуатационные затраты связаны с эффективностью работы осветительной установки и потребляемой для освещения электрической энергией.

- Инвестиционные вложения определяются эффективностью работы ОУ при эксплуатации.

Когда элементы расположены в отношении обратной (патологической) поддержки, выявляется неэффективность в удовлетворении потребностей (рис. 2, б). Эксплуатационные характеристики определяют некоторую проблему в эффективности работы светотехнического режима, например, высокие платежи, невозможность покупки источников света для замены и прочее. Энергетическая эффективность и характеристики потребления электроэнергии подтверждают проблему неэффективности. Качественные характеристики, находящиеся в зоне эстетического и эмоционального удовлетворения при неэффективной эксплуатации (отсутствие равномерности, несоответствие цветопередачи и прочее) также начинают вызывать сомнения пользователей и удовлетворение потребностей не происходит. Снижается эффективность и количественных характеристик. Появляется потребность в инвестициях для начала запуска цикла реконструкции или полной замены системы освещения.

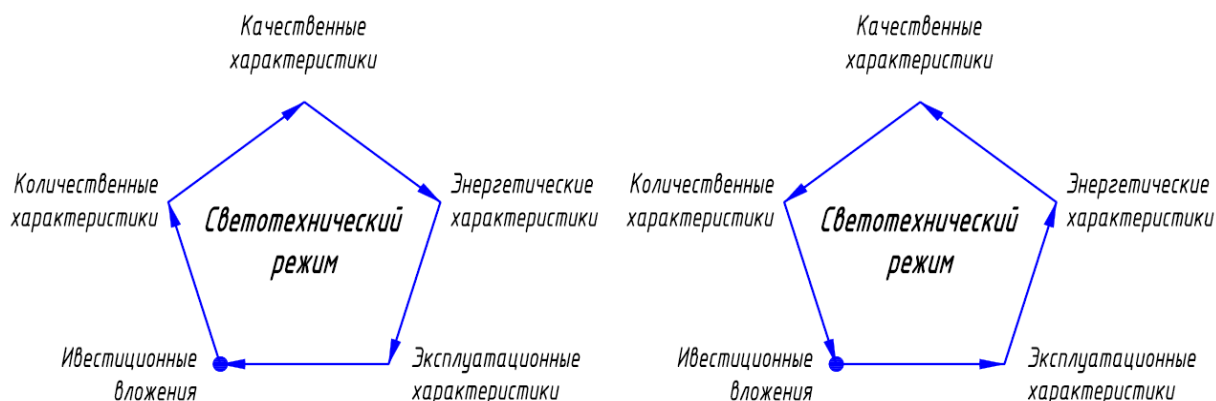


Рис. 2. Отношения прямой (а) и обратной (б) поддержки категории «светотехнический режим»

Прямое и обратное ограничение. Ограничения появляются в зависимости от потребностей человека или общества, при ограничении или при увеличении значимости некоторых компонентов категории «светотехнический режим». Развитие происходит по траектории пятиконечной звезды по ходу часовой стрелки (отношения прямого ограничения) или против хода часовой стрелки

(отношения обратного ограничения) от начальной точки.

Прямое ограничение происходит (рис. 3, а), когда инвестиционные вложения перетекают в удовлетворение эстетических и эмоциональных потребностей человека: эстетика световых приборов, индивидуальное управление каждым прибором, высокая цветопередача и прочее. Такое

прямое ограничение между компонентами чаще всего наблюдается в частных домашних интерьерах, значимых и культовых общественных зданиях (театры, загсы, холлы музеев и прочее). В таких помещениях потребности в сохранении окружающей среды и здоровья человека (ось ста-

бильности количественные и энергетические характеристики) не являются обязательными. В таких помещениях человека необходимо завлечь, заинтриговать и показать все особенности функционала помещения, в том числе при помощи освещения.

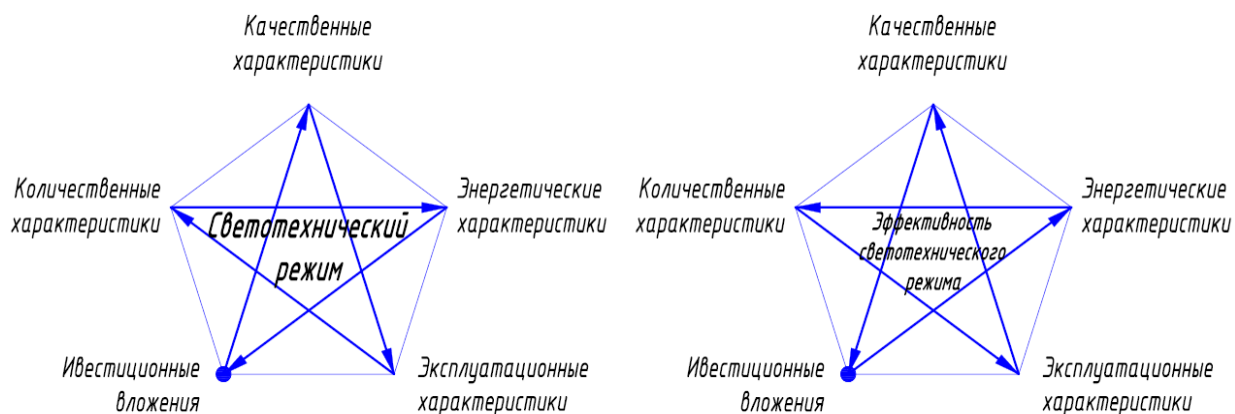


Рис. 3. Отношения прямого (а) и обратного ограничения (б) категории «светотехнический режим»

Обратные или патологические ограничения (рис. 3, б) возникают, когда происходит увеличение значимости характеристик энергетической эффективности, в том числе из-за нормативных требований и потребностей сохранения окружающей среды. После компонента энергетические характеристики по траектории пятиконечной звезды против часовой стрелки следуют количественные характеристики. Количественные характеристики при значительном увеличении значимости энергетических характеристик могут быть неосознанно сведены на минимум (частичное выключение световых приборов, использование источников света с меньшим световым потоком) для сохранения оси баланса. Следующим компонентом, поддерживающим количественные характеристики при эксплуатации системы освещения с повышенными требованиями энергоэффективности, становятся эксплуатационные характеристики: возникает потребность в эффективности эксплуатации, текущем техобслуживании и прочее. И только затем происходит осознание необходимости удовлетворения эстетических и эмоциональных потребностей: качественные характеристики поддерживают эксплуатационные характеристики и требуют дополнительных финансовых вложений. Такие обратные ограничения можно наблюдать в помещениях муниципальных образовательных и спортивно-оздоровительных организаций. Ежегодно такие организации должны добиваться сокращения потребления электроэнергии на 3 % от показателей предыдущего года.

Обсуждение. Рассмотрим на примерах (табл. 1) взаимодействие компонентов символического метода «пентаграмма у-син». В основных помещениях (групповые и игровые помещения) зданий дошкольных образовательных организаций (далее помещения ДОО) были проведены обследования в соответствии с МУК 4.3.2812–10 «Инструментальный контроль и оценка освещения рабочих мест». Помещения ДОО располагаются в различных зданиях. Реконструкция систем освещения в течение прошедших 5 лет была проведена только в одном из помещений. Подготовка к обследованию (замена неработающих источников света) не производилась. В помещениях установлены различные осветительные установки с применением светодиодных или люминесцентных источников света. Во всех помещениях были определены уровни освещенности (в соответствии с ГОСТ 24940-96. «Здания и сооружения. Методы измерения освещенности»), типы и характеристики осветительных приборов и особенности цветового и объемно-планировочного решения помещений. Для каждого помещения были определены максимально допустимые удельные установленные мощности в зависимости от индекса помещения и нормируемого уровня освещенности (в соответствии с СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*», далее СНиП), произведены расчеты энергетических характеристик, инвестиционных и финансовых затрат.

Таблица 1

Характеристики осветительных установок и объемно-планировочных решений помещений

Наименование характеристики	Номер помещений				
	№1	№2	№3	№4	№5
Особенности объемно-планировочных решений помещений, характеристики осветительных приборов (ОП) и источников света (ИС)					
Площадь помещения, м ²	58,8	48,8	48,5	72,9	58,3
Индекс помещения	1,2	1,1	1,2	1,4	1,2
Условия окружающей среды в помещениях (СНиП)	Нормальные	Нормальные	Нормальные	Нормальные	Нормальные
Разряд и подразряд зрительной среды (СНиП)	II-a	II-a	II-a	II-a	II-a
Вид ОП	Потолочный	Потолочный	Встраиваемый	Потолочный	Потолочный
Рассеиватель ОП	Зеркальная экранирующая решетка	Призматический рассеиватель	Опаловый рассеиватель	Опаловый рассеиватель	Опаловый рассеиватель
Тип ИС / Номинальная мощность ИС, Вт	ЛЛ, Т8 / 18	ЛЛ, Т8 / 36	LED / 16	ЛЛ, Т8 / 18	ЛЛ, Т8 / 36
Количество ИС в ОП / Количество ОП в помещении, шт.	4 / 10	2 / 12	1 / 10	4 / 10	2 / 5
Инвестиционные и финансовые затраты					
Стоимость оборудования (ОП без ИС) в ценах 2021г., руб. за шт./всего для помещения	7000 / 70000	5300 / 63600	5100 / 51000	5400 / 54000	6200 / 31000
Тариф на электроэнергию для пиковой зоны (руб./кВтч) в ценах 2021г.	3,04	3,04	3,04	3,04	3,04
Затраты на электроэнергию в год, руб.	5806,40	6931,20	1276,80	5806,40	2888,00
Затраты на электроэнергию в год, руб./м ²	98,75	142,03	26,33	79,65	49,53
Количественные характеристики: уровень освещенности					
Средний Еср / Нормируемый Еср, лк	300 / 300	250 / 300	300 / 300	150 / 300	120 / 300
Качественные характеристики осветительных приборов (ОП) и источников света (ИС)					
Цветопередача ИС	70	70	80	70	70
Цветовая температура, К	6500 и 3000	6500	6500	6000	6500
Возможность управления	Мануальное	Мануальное	Мануальное	Мануальное	Мануальное
Энергетические характеристики					
Суммарная установленная мощность, кВт	0,72	0,86	0,16	0,72	0,36
Удельная мощность энергопотребления по установленной мощности, Вт/м ²	12,2	21,3	3,3	11,9	7,4
Максимально допустимая удельная установленная мощность (СНиП), Вт/м ²	10	11	10	9	10
Суммарный объем потребления электроэнергии, тыс. кВт за год	1,91	2,28	0,42	1,91	0,95
Техобслуживание и особенности эксплуатации					
Уборка пыли, протирание поверхностей	Два раза в год	Два раза в год	Два раза в год	Два раза в год	Два раза в год
Замена источников света	Персоналом ДОО	Персоналом ДОО	Персоналом ДОО	Персоналом ДОО	Персоналом ДОО
Количество часов работы в день/ в год	10,2 / 2652	10,2 / 2652	10,2 / 2652	10,2 / 2652	10,2 / 2652
Тип ПРА	ЭмПРА	ЭмПРА	Драйвер	ЭмПРА	ЭмПРА

В таблице 1 приведены характеристики осветительных установок (далее ОУ) и объемно-планировочных решений помещений. Все характеристики ОУ распределены в соответствии с «пентаграммой у-син»: техобслуживание и особенности эксплуатации, в том числе характеристики осветительных приборов (далее ОП) и источников света (далее ИС); качественные характеристики; количественные характеристики; энергетические характеристики и инвестиционные вложения. При проведении замеров и составлении таблицы были приняты некоторые допущения: принято значение «эквивалентного уровня напряжения», под которым понимают неизменное по значению напряжение; фактический средний уровень освещенности округлялся до целых значений рядов освещенности; информация по техническому обслуживанию и особенностей эксплуатации приведена со слов заведующих хозяйством ДОО; финансовые затраты приведены к стоимостным значениям подобных приборов в ценах 2021 г.

Для анализа данных таблицы 1 рассмотрим элементы системы под призмой разработанной выше пентаграммы.

1. При сравнении фактического среднего уровня освещенности с нормативными (ГОСТ Р 55710–2013. «Национальный стандарт Российской Федерации. Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений»), делаем вывод, что в помещениях № 2, № 4 и № 5 фактический средний уровень значительно меньше нормативного.

2. При сравнении энергетических характеристик (удельная мощность энергопотребления по установленной мощности) с нормативными можно сделать вывод, что удельная мощность энергопотребления только в помещениях № 3 и № 5 не превышает нормативных значений (СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*»).

3. Анализируем качественные характеристики ОУ. В помещениях № 1, № 2, № 3 и № 5 ОУ не проходят по параметрам цветопередачи (должно быть равным или более 80 в соответствии с ГОСТ Р 55710–2013 «Национальный стандарт Российской Федерации. Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений») и использованию электромагнитной пускорегулирующей аппаратуры (СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*»). Только в помещении № 4 указанные качественные параметры учтены, но ОУ выпол-

нена с использованием светодиодных источников света: при этом в соответствии с СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*» не рекомендуется использование светодиодных источников света в основных помещениях ДОО (групповые и игральные). Таким образом, можно судить, что все пять помещений не соответствуют полностью или частично нормативным требованиям по соответствию качественных характеристик и требуют полной или частичной реконструкции ОУ.

4. Анализируем техническое обслуживание ОУ. Замена источников света и дополнительного оборудования производится по мере их непригодности или выхода ИС из строя и наличия в организации (на момент обследования лампы не были заменены, наблюдалось несоответствие уровня освещенности нормативным параметрам), отсутствует автоматическое управление освещением, замена источников невозможна в рабочее время в связи с присутствием детей в помещении и производится в основном самостоятельно силами организации. Стоимость затрат на техническое обслуживания ОУ не установлена.

5. Анализируя финансовые затраты по стоимости оборудования в ценах одного поставщика и затраты на электроэнергию, делаем вывод о примерно равных инвестиционных затратах на покупку оборудования в начале цикла. В свою очередь затраты на электроэнергию в помещении № 3 значительно ниже в связи с использованием в нем энергетически эффективных светодиодных источников света.

Таким образом, можно судить, что в представленных помещениях ДОО развитие категории «светотехнического режима» идет по пути патологических ограничений. Светотехнический режим внедряется в помещения ДОО для удовлетворения человеческих потребностей в достаточности освещения. Соблюдение количественных и энергетических характеристик является осью баланса и определяется потребностями человека в сохранении окружающей среды и своего здоровья. Приоритетными для помещений ДОО компонентами являются энергетические характеристики: показатели энергоэффективности (по всему энергохозяйству объекта) ежегодно декларируются. Соблюдение количественных показателей ОУ зависит от эффективности техобслуживания. Эффективность технического обслуживания базируется на возможностях управления ОУ, основных характеристиках световых приборов, источников света и их качественных характеристиках. Потребности эстетического и эмоционального удовлетворения, за которые и отвечают качественные характеристики, для помещений

ДОО в таких отношениях обратного ограничения являются второстепенными, значительных затрат не предусматривается.

Выводы.

1. Светотехнический режим помещений рассматривается как некоторая система. Формирование (порождение) и развитие (эксплуатация) светотехнического режима в помещении представляет собой цикл эволюционного движения.

2. Удовлетворение потребности общества и человека в необходимости дополнительного искусственного освещения формирует и развивает категорию «светотехнический режим», и является тем ресурсом, который обеспечивает системе устойчивость, определяет путь развития системы и предусматривает как нормальный (прямой), так и патологический (обратный) вариант развития в зависимости от наличия или дефицита ресурса.

3. Функционирование категории «светотехнический режим» позволяет определить отношения, возникающие между ее элементами, а именно отношения поддержки и ограничения.

Таким образом, полученные результаты исследования могут быть использованы в дальнейшем при обследовании качества световой среды и мониторинге светотехнического режима в помещениях, для разработки концепций планирования, полной или частичной реконструкции ОУ, полагаясь не только на нормативные требования, но и на потребности общества и человека, эффективно распределяя ресурсы между компонентами объекта. С помощью модели, построенной на знании возникающих отношений между элементами пентаграммы, можно значительно снизить риски ошибок и обеспечить максимальную эффективность светотехнического режима в помещении.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Айзенберг Ю.Б., Босс Г.В. Справочная книга по светотехнике: ред. 4-е изд. перераб. и доп. М.: Автор. 2019. 892 с.

2. Waldorf J. Licht. Wissen. 01: Die Beleuchtung mit kuenstlichem Licht // Foerdergemeinschaft Gutes Licht, Uhure Digital, Berlin. 2016. 60 с. [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: https://www.licht.de/fileadmin/Publikationen_Downloads/1603_lw01_Kuenstliches-Licht_web.pdf (дата обращения: 05.05.2021).

3. Баранов А.А., Кучма В.Р., Сухарева Л.М. Состояние здоровья современных детей и подростков и роль медико-социальных факторов в его формировании // Вестник РАМН. 2009. № 5. С. 6–11.

4. Слайни Д.Х. Влияние новых светотехнических приборов на здоровье и безопасность людей // Светотехника. 2010. №4. С.49-50

5. Зак П.П., Островский М.А. Потенциальная опасность освещения светодиодами для глаз детей и подростков людей // Светотехника. 2012. №3. С.4-6

6. Капцов В.А., Дейнего В.Н. Синий свет светодиодов – новая гигиеническая проблема // Анализ риска здоровью. 2016. № 1 (13). С. 15–25

7. Häfliger R., Schrader B., Stampfli J. Erfahrungsbericht: Licht und Kommunikation in der Pflege: Planung und Betrieb dynamischer Lichtdecken // Hochschule Luzern, Technik & Architektur. 2019. 50 с. [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: https://www.age-stiftung.ch/fileadmin/user_upload/Projekte/2013/048/2019_Age_I_2013_048.pdf (дата обращения: 05.05.2021).

8. Lachner A., Weidenfeld S., Schutzbach F. Biodynamische Beleuchtung - Die Wirkung von Licht auf den Menschen in Hinblick auf anwendungsspezifische Umsetzungen biologisch wirksamer Beleuchtung in der Praxis // aw&I Conference. 2018. Vol. 3.

9. Knoop M., Stefani O., Bueno B., Matusiak B., Hobday R., Wirz-Justice A., Norton B. Daylight: What makes the difference? // Lighting Research & Technology. 2020. Vol. 52(3). Pp. 423–442.

10. Дейнего В., Капцов В. Современные концептуальные бренды конструкций полупроводниковых источников света. Часть 2. Гигиеническая оценка спектров // Полупроводниковая светотехника. 2019. №. 6. С. 34–43

11. Микаева С.А., Ашрятов А.А., Вишневский С.А. Опыт разработки световых приборов с изменяемым спектром излучения //Справочник. Инженерный журнал с приложением. 2017. №. 2. С. 50-56.

12. Патент № 2566077 С1 Российская Федерация, МПК А61N 5/06. Способ управления динамическим освещением : № 2014105720/12 : заявл. 18.02.2014 : опубл. 20.10.2015 / А. А. Дубов; заявитель Общество с ограниченной ответственностью "Трейдматик"

13. Кавешников Н.Ю. Политика Европейского союза в области энергосбережения // Вестник МГИМО университета. 2014. №. 4 (37)

14. Dubois M., Bisegna F., Gentile N., Knoop M., Matusiak B., Osterhaus W., Tetri, E. Retrofitting the Electric Lighting and Daylighting Systems to Reduce Energy Use in Buildings: A Literature Review // Energy Research Journal. 2015. Vol. 6(1). Pp. 25-41.

15. Микаева С.А., Микаева А.С. Экспериментальные исследования характеристик пер-

спективных источников света, приборов и систем: монография. М.: Изд-во Русайнс, 2017. 136 с.

16. Gulbinas A., Petuhova V. The energy efficient lighting in kindergartens // E3S Web of Conferences. EDP Sciences. 2019. Vol. 91. Pp. 05014.

17. Гульбинас А.С., Широкова Д.Н. Совершенствование светотехнического режима в помещениях муниципальных дошкольных организаций с целью повышения энергоэффективности // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. 2021. № 2(17). С. 37–47.

18. Боуш Г.Д., Разумов В.И. Методология научного исследования (в кандидатских и докторских диссертациях): учебник. М.: Инфра-М, 2020. 227 с.

Информация об авторах

Гульбинас Александра Сергеевна, ассистент кафедры начертательной геометрии и графики. E-mail: gulbinasas@tyuiu.ru. Тюменский индустриальный университет. Россия, 625000, Тюмень, ул. Володарского, д. 38.

Широкова Динара Наилевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры техносферной безопасности. E-mail: shirokovadn@tyuiu.ru. Тюменский индустриальный университет. Россия, 625000, Тюмень, ул. Володарского, д. 38.

Поступила 31.05.2021 г.

© Гульбинас А.С., Широкова Д.Н., 2021

***Gulbinas A.S., Shirokova D.N.**
Industrial University of Tyumen/ IUT
*E-mail: gulbinasas@tyuiu.ru

RESEARCH OF THE FUNCTIONING SYSTEM OF THE LIGHTING MODE

Abstract. The article presents the results of a study carried out within the framework of a systematic approach using the "Wu Xing pentagram" symbolic method. The object of the research is the category of "lighting mode". The indicated category as a certain system are used. A diagram showing the life cycle of the "lighting mode" category is proposed. Five main components of the system have been identified based on the sequence of the formation of needs in the creation of a lighting regime in the room: investment, quantitative characteristics, quality characteristics, energy characteristics, maintenance and operating features. The characteristics of lighting installations and space-planning solutions in the main premises of preschool educational organizations are analyzed. The priority components for these premises are energy characteristics. Compliance with quantitative indicators depends on the efficiency of maintenance. The needs of aesthetic and emotional satisfaction are secondary, significant costs are not provided. Thus, it can be judged that in the premises presented, the development of the category of "lighting mode" follows the path of pathological restrictions. As a result, a conclusion is made about the mechanism of functioning of the "lighting mode" category in accordance with the relations arising between its elements, namely, the relations of support or restriction. The research results can be used in the future when examining the quality of the light environment and monitoring the lighting conditions in the premises.

Keywords: lighting mode, qualitative and quantitative characteristics, lighting installation, energy efficiency, categorical-symbolic method "Wu Xing pentagram".

REFERENCES

1. Eisenberg Yu.B., Boss G.V. Reference book on lighting technology [Spravochnaya kniga po svetotekhnike]. Ed. 4th ed. revised and add. Moscow: Author. 2019. P. 892. (rus)
2. Waldorf J. Licht.Wissen. 01: Die Beleuchtung mit kuenstlichem Licht. Foerdergemeinschaft

19. Пискарев П.М. Предпосылки формирования метода "Нейрографика" // Методология современной психологии. 2016. №6. С. 335–343

20. Исаков В.Б. Говорите языком схем: Краткий справочник. М.: Норма: ИНФРА-М, 2017. 144 с.

21. Шеремет А.А. Интеллектуальная схемотехника в философском исследовании человека // Визуальные образы современной культуры: идеалы и идеологии (к 25-летию теологического образования в г. Омске). 2020. С. 46–50.

22. Боуш Г.Д. Механизм функционирования кластеров предприятий: теория и методология исследования // Региональная экономика: теория и практика. 2011. №3. С. 59–66.

Gutes Licht, Uhure Digital, Berlin. 2016. P. 60. AdobeAcrobatReader. URL: https://www.licht.de/fileadmin/Publikationen_Downloads/1603_1w01_Kuenstliches-Licht_web.pdf (date of treatment: 05.05.2021)

3. Baranov A.A., Kuchma V.R., Sukhareva L.M. The state of health of modern children and adolescents and the role of medical and social factors in its formation [Sostoyaniye zdorov'ya sovremennykh detey i podrostkov i rol' mediko-sotsial'nykh faktorov v yego formirovani]. Vestnik RAMN. 2009. No. 5. Pp. 6–11. (rus)
4. Slayni D.Kh. Influence of new lighting devices on human health and safety [Vliyaniye novykh svetotekhnicheskikh priborov na zdorov'ye i bezopasnost' lyudey]. Light & Engineering. 2010. No. 4. Pp. 49–50. (rus)
5. Zak P.P., Ostrovsky M.A. Potential danger of illumination by LEDs for the eyes of children and adolescents [Potentsial'naya opasnost' osveshcheniya svetodiodami dlya glaz detey i podrostkov lyudey]. Light & Engineering. 2012. No. 3. Pp. 4–6. (rus)
6. Kaptsov V.A. Deinogo V.N. Blue LED Light - A New Hygiene Problem [Siniy svet svetodiodov – novaya gigiyenicheskaya problema]. Health Risk Analysis. 2016. Vol. 1 (13). Pp. 15–25. (rus)
7. Häfliger R., Schrader B., Stampfli J. Erfahrungsbericht: Licht und Kommunikation in der Pflege: Planung und Betrieb dynamischer Lichtdecken. Hochschule Luzern, Technik & Architektur. 2019. P. 50. AdobeAcrobatReader. URL: https://www.age-stiftung.ch/fileadmin/user_upload/Projekte/2013/048/2019_Age_I_2013_048.pdf (date of treatment: 05.05.2021)
8. Lachner A., Weidenfeld S., Schutzbach F. Biodynamische Beleuchtung - Die Wirkung von Licht auf den Menschen in Hinblick auf anwendungsspezifische Umsetzungen biologisch wirksamer Beleuchtung in der Praxis. aw&I Conference. Vol. 3. 2018.
9. Knoop M., Stefani O., Bueno B., Matusiak B., Hobday R., Wirz-Justice A., Norton B. Daylight: What makes the difference? Lighting Research & Technology. 2020. Vol. 52(3). Pp.423–442.
10. Deinogo V., Kaptsov V. Modern conceptual brands of designs of semiconductor light sources. Part 2. Hygienic assessment of spectra [Sovremennyye kontseptual'nyye brendy konstruksiy poluprovodnikovyykh istochnikov sveta. Chast' 2. Gigiyenicheskaya otsenka spektrov]. Semiconductor lighting technology. 2019. No. 6. Pp. 34–43. (rus)
11. Mikaeva S.A., Ashryatov A.A., Vishnevsky S.A. Experience in the development of light devices with a variable radiation spectrum [Opyt razrabotki svetovykh priborov s izmenyayemym spektrom izlucheniya]. Handbook. Engineering journal with annex. 2017. No. 2. Pp. 50–56. (rus)
12. Dubov A.A. Dynamic lighting control method. Patent RF, No. 2566077, 2015.
13. Kaveshnikov N.Yu. Policy of the European Union in the field of energy saving. [Politika Yevropeyskogo soyuza v oblasti energosberezheniya]. Bulletin of MGIMO University. 2014. No. 4 (37). (rus)
14. Dubois M., Bisegna F., Gentile N., Knoop M., Matusiak B., Osterhaus, W., Tetri, E. Retrofitting the Electric Lighting and Daylighting Systems to Reduce Energy Use in Buildings: Literature Review. Energy Research Journal. 2015. Vol. 6(1). Pp. 25–41
15. Mikaeva S.A., Mikaeva A.S. Experimental studies of the characteristics of promising light sources, devices and systems: monograph. [Eksperimental'nyye issledovaniya kharakteristik perspektivnykh istochnikov sveta, priborov i sistem: monografiya]. Moscow: Rusays Publishing House. 2017. 136 p. (rus)
16. Gulbinas A., Petuhova V. The energy efficient lighting in kindergartens. E3S Web of Conferences. EDP Sciences. 2019. Vol. 91. P. 05014.
17. Gulbinas A.S., Shirokova D.N. Improvement of the lighting regime in the premises of municipal preschool organizations in order to increase energy efficiency [Sovershenstvovaniye svetotekhnicheskogo rezhima v pomeshcheniyakh munitsipal'nykh doshkol'nykh organizatsiy s tsel'yu povysheniya energoeffektivnosti]. Housing and communal infrastructure. 2021. No. 2 (17). Pp. 37–47. (rus)
18. Boush G.D., Razumov V.I. Methodology of scientific research (in candidate and doctoral dissertations): textbook. [Metodologiya nauchnogo issledovaniya (v kandidatskikh i doktorskikh dissertatsiyakh): uchebnyk]. Moscow: Infra-M. 2020. 227 p. (rus)
19. Piskarev P.M. Preconditions for the formation of the Neurographics method [Predposylki formirovaniya metoda Neyrografika]. Methodology of modern psychology. 2016. No. 6. Pp. 335–343. (rus)
20. Isakov V.B. Speak the language of schemes: A short guide. [Govorite yazykom skhem: Kratkiy spravochnik]. Moscow: Norma: Infra-M. 2017. 144 p. (rus)
21. Sheremet A.A. Intellectual circuitry in the philosophical study of man. [Intelektual'naya skhemotekhnika v filosofskom issledovanii cheloveka]. Visual images of modern culture: ideals and ideologies (to the 25th anniversary of theological education in Omsk). 2020. Pp. 46–50. (rus)
22. Boush G.D. The mechanism of functioning of clusters of enterprises: theory and research methodology [Mekhanizm funktsionirovaniya klasterov predpriyatij: teoriya i metodologiya issledovaniya]. Regional economy: theory and practice. 2011. No. 3. Pp. 59–66. (rus)

Information about the authors

Gulbinas, Alexandra S. Assistant. E-mail: gulbinasas@tyuiu.ru. Industrial University of Tyumen. Russia, 625000, Tyumen, st. Volodarskogo, 38.

Shirokova, Dinara N. PhD, Assistant professor. E-mail: shirokovadn@tyuiu.ru. Industrial University of Tyumen. Russia, 625000, Tyumen, st. Volodarskogo, 38.

Received 31.05.2021

Для цитирования:

Гульбинас А.С., Широкова Д.Н. Исследование системы функционирования светотехнического режима // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2021. № 12. С. 43–53. DOI: 10.34031/2071-7318-2021-7-12-43-53

For citation:

Gulbinas A.S., Shirokova D.N. Research of the functioning system of the lighting mode. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2021. No. 12. Pp. 43–53. DOI: 10.34031/2071-7318-2021-7-12-43-53