

Статья посвящена анализу эффективности параметров влияния светового спектра на организм человека в зрительном, психофизиологическом и биологическом аспектах и методам их определения. Приведена структурная схема экспериментальной установки, которая позволяет регистрировать такие параметры с дальнейшей обработкой.

УДК 621.315

С. С.Овчинников, докт. тех. наук,
А.А.Серобаба асп.

Харьковская национальная академия городского хозяйства

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЛИЯНИЯ СВЕТОВОЙ СРЕДЫ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Постановленная проблема вытекает из реалий современного общества, в условиях которого человек вынужден большую часть светлого времени суток проводить в закрытых помещениях, в которых действие естественного света ограничено или отсутствует вообще. Одновременно с этим, действию искусственного света он подвержен и в темное время суток. Таким образом, обеспечение высокого качества светового спектра, формируемой искусственными источниками света, является одной из основных задач светотехники. Для ее выполнения, в первую очередь, необходимо дать комплексную оценку эффективности световой среды, основываясь на процессах влияния света на организм в зрительном, биологическом и психофизиологическом аспектах.

Анализ последних исследований и публикаций выявил необходимость эффективной оценки искусственной светового спектра. Это обуславливает проведение большого объема научных исследований по выявлению параметров светового спектра влияющих на организм человека [1-9]. Условно эти исследования можно разделить по трем направлениям: зрительное, биологическое и психофизиологическое воздействие.

В работах по исследованию зрительного воздействия света накоплен достаточный, для внедрения в практику, объем знаний по определению зрительной работоспособности и зрительного утомления, а также устойчивости функций зрения при различных вариациях параметров светового спектра [1-3]. Следует отметить недостаточность информации относительно современных и перспективных источников света [5]. Для определения этих характеристик пользуются методами, определяющими устойчивость ясного видения, устойчивость зрения по временному порогу адиспаропии, видимость, контрастную и цветовую чувствительности [3]. При нормировании освещения пользуются функцией световой эффективности для дневного зрения, а также функцией световой эффективности для сумеречного зрения, разработанные для стандартного наблюдателя [1,3]. Корректировки для визуального восприятия среды вносят исходя из параметров конкретной моделируемой ситуации [2,5-7].

При исследовании биологического воздействия света, основное внимание уделяют влиянию уровней облученности зрительного анализатора светом с длинами волн в диапазоне 430-470 нм, на сезонные и суточные ритмы организма, называемые циркадными [6-9]. Установлено, что основным регулятором циркадных ритмов является уровень гормонов мелатонина и кортизола, выделяемых шишковидной железой, в результате воздействия света на зрительный анализатор. Это, в свою очередь, приводит к изменению таких показателей, как скорость физиологических и зрительно-моторных ре-

акций, что в конечном итоге сказывается на работоспособности и качестве трудового процесса [2,11-13].

Также необычайно важно психофизиологическое воздействие света, что демонстрируют результаты последних исследований [4-6]. Эти исследования основаны на методах определения латентного периода зрительно-моторной реакции, критической частоты слияния мелькания, ритмов мозговой активности. Благодаря полученным данным стало возможным предсказывать зависимость эмоционального состояния человека и его настроения от параметров светоцветовой среды. Из анализа проведенных работ отчетливо видно, что качественные и количественные параметры освещения влияют на скорость мыслительных процессов, мотивацию и настроение [3,6-8]. Учет этих параметров необходим для обеспечения эффективности труда и восстановления человека.

Попытки формирования эффективного комплексного воздействия световой среды уже предпринимались в 60-70-х годах прошлого века [5]. Решение данной задачи было затруднено следующими факторами:

1. Недостаточность знаний о психофизиологическом и биологическом аспектах воздействия света.
2. Ограниченный набор функций и технических средств систем автоматического управления освещения.
3. Невозможность реализовать требуемые параметры источника света.

На сегодняшний день эти трудности частично разрешены. Накоплено необходимое количество теоретических и экспериментальных материалов по психофизиологической и биологической функциям светового воздействия. Расширен ассортимент источников света с многообразием параметров, а также функциональных возможностей систем автоматического регулирования. Но для формирования эффективной световой среды, в первую очередь, требуется определиться с параметрами для ее комплексной оценке, и методами их регистрации и анализа.

Целью работы является анализ существующих параметров светоцветовой среды и методов их оценки, необходимый для разработки системы комплексной оценки светоцветовой среды.

Свет, как неотъемлемый элемент жизненной среды человека влияет на здоровье людей любого возраста, любой этнической группы при любых видах и условиях работы, занятий и отдыха.

Воздействие света на человека определяется, с одной стороны, количественными и качественными параметрами световой среды, с другой – закономерностями физиологической оптики, возрастной анатомии, психофизиологии зрения и фотобиологии [1].

На параметры световой среды можно непосредственно влиять, регулируя параметры искусственного освещения, реакции организма можно лишь анализировать, выявлять закономерности процессов влияния света на человека. Причем, именно результаты такого анализа должны лежать в основе проектирования качественных и количественных параметров световой среды. Рассмотрим основные аспекты светового воздействия и их показатели.

Наиболее существенным для человека участком оптического спектра является видимый свет (380-780 нм). Видимый свет обеспечивает возможность зрительного восприятия, дающего до 90% информации об окружающем мире, влияет на тонус центральной и периферической нервной системы, на обмен веществ в организме, его иммунные и аллергические реакции, на работоспособность и самочувствие человека [1].

Краеугольный камень светотехники, ее общепринятый, универсально обоснованный метод – это использование функции относительной спектральной световой эффективности излучения для дневного и ночного зрения, разработанные для стандартного наблюдателя [11-13].

Безопасность световой среды внутренних помещений обеспечивается внедрением научно обоснованных гигиенических рекомендаций в нормы освещения, разрабатываемые как МКО - ISO 8995:2002 «Принципы зрительной эргономики. Освещение рабочих систем внутри помещений», так и министерствами и ведомствами отдельных стран. В частности в Украине документом, регламентирующим нормы освещения, является ДБН В.2.5-28.2006 – Природное и искусственное освещение.

В ISO 8995:2002 приведены параметры, которые влияют на работоспособность в данной зрительно воспринимаемой окружающей обстановке. Такие параметры, как зрительные способности и атрибуты задания по выполнению зрительной работы, определяют качество зрительного восприятия. Параметры освещения и рабочего пространства характеризуют, главным образом, окружающую цветоцветовую среду. Это влияет на качество воспринимаемой зрительной информации и, следовательно, на производительность и эффективность выполнения зрительных работ [1].

Развитие модели функционирования зрения позволяет более глубоко рассмотреть функции не только зрительных, но и психофизиологических, биологических процессов действия света на организм.

В последнее тридцатилетие исследователи получают все больше доказательств того, что свет, попадающий в глаз человека, относительно независимо от зрения и зрительных рефлексов может являться также биологическим и поведенческим стимулом для человека [4].

Сравнительно недавно, в 2002 году, Д.Берсон с сотрудниками совершили открытие нового типа фоторецептора в сетчатке млекопитающих, в том числе и человека. Оказалось, что функцию перенастройки ритмов суточной активности при воздействии света выполняют некоторые из ганглиозных клеток сетчатки (ГКС), названные светочувствительными. Эти клетки реагируют на свет с длинами волн в диапазоне 430-470 нм. [12]. Данные исследования на моделях человека и животных начинают прояснять нейроанатомию и нейрофизиологию фотосенсорной системы, которая обеспечивает входной канал для циркадной и нейропсихической регуляции [4].

По этому поводу экс-президент МКО профессор В.Ван Боммель высказал идею о необходимости разработки новых критериев освещения с учетом нового открытия [2]. Мнения о влиянии данного открытия на нормирование световой среды пока еще кардинально отличаются. Можно предположить, что открытие биологического действия света не приведет к значительным изменениям в нормах и стандартах, а только подтвердит и объяснит ранее установленное [5]. С другой стороны, влияние света на циркадные ритмы позволяет значительно повысить производительность труда, улучшить эмоциональное состояние работников, чьи рабочие места лишены естественного света, что подтверждено экспериментами [6]. Но большинство ученых, занимающихся этой проблемой, единогласно заявляют о необходимости проведения дальнейших исследований, для более глубокого понимания этого вопроса, перед внедрением результатов в практику. При нынешнем состоянии технологий, это не составляет труда, большинство кампаний, производящих светотехническую продукцию просигнализировали о готовности выпускать ИС с требуемым спектральным составом, способным активно воздействовать на циркадный фоторецептор - СГКС [13].

Об опасности поспешного применения нового эффекта на практике предупреждают большинство ведущих ученых МКО. Основой опасений выступает недостаточность знаний о воздействии света на психику, непредсказуемость последствий повы-

шения продолжительности активности человека, посредством влияния на циркадные ритмы, через подавление секреции мелатонина шишковидной железой. Не до конца изучен вопрос о других нервных путях, через которые, свет вносит вклад в фундаментальные функции организма. Еще одна проблема, касающаяся циркадной эффективности, заключается в значении разных частей поля зрения для циркадной стимуляции. В данном случае нижняя половина сетчатки сильнее влияет на подавление секреции мелатонина, чем верхняя [8-12].

Рассмотрим некоторые аспекты психофизиологического воздействия. На начальном этапе своего становления светотехника являлась наукой сугубо инженерной. Но в течение последних десятилетий все острее становятся вопросы о психофизиологическом восприятии световой среды. По-новому встал вопрос о том, как манипулировать параметрами световой среды для создания наиболее комфортного светоцветового пространства, задающего такие реакции как удовольствие, эстетика, здоровье и т.д. [12-13].

В частности, освещенность, цветовая температура и пространственное распределение освещения влияют на настроение и эмоциональное состояние организма [12].

В свою очередь настроение может влиять на суждения, мотивацию и поведение, а значит и на работоспособность. По сути, настроение является априорной категорией физиологической и психической активности, отражающей состояние отношения к жизненной среде. Настроение способно влиять на наши познавательные категории и функциональные характеристики, то есть на ассоциативные способности, креативность и скорость. Это особенно важно учитывать при проектировании освещения учебных заведений, исследовательских институтов и лабораторий.

Эмоциональное качество освещения проявляется в его эмоциональном действии на наблюдателя. На сегодняшний день довольно подробно изучены наиболее интенсивные эмоции, в то время как информации об умеренных эмоциях накоплено значительно меньше. Эмоция сложна, так как включает в организме процессы на психическом, моторном и химическом уровне. Научное исследование эмоций ограничивается изучением эмоционального поведения. Одной из главных особенностей эмоции, вызывающая сложность при анализе, является ее скоротечность с последующим притуплением стимула. В архитектурном освещении пользуются широким ассортиментом параметров, что позволяет формировать эмоции в широчайшем диапазоне – от отвращения до удовольствия.

Качество освещения в аспекте психофизиологического влияния света на организм является результатом комбинаций световых и цветовых параметров, способных вызвать различные индивидуальные реакции [11,12].

Проведенный выше анализ показывает необходимость дальнейших исследований как зрительных, так и биологических, психофизиологических процессов влияния света на организм и разработки комплексной системы параметров и критериев для их оценки. Для развития исследований в этом направлении нами разработана экспериментальная установка, в которой могут быть реализованы следующие функции:

- а) Вариация параметров светоцветовой среды при помощи различных режимов питания современных и перспективных источников света и светоцветовых характеристик окружающего пространства. Регистрация этих параметров и их обработка на компьютере.
- б) Возможность плавной регулировки независимых параметров светоцветовой среды в зависимости от требований моделируемого процесса зрительной работы.
- в) Регистрация психофизиологических и функциональных параметров субъекта эксперимента (пульс, давление, диаметр зрачка, функции зрения, скорость мыслительных и моторных реакций, комфортность и т.д.).

Структурная схема экспериментальной установки приведена на рис. 2.

Управление экспериментальной установкой осуществляется оператором ПК. Используя интерфейс программного обеспечения, задается режим питания источников света экспериментальной установки, который позволяет обеспечивать необходимые световые параметры: световой поток, глубину и частоту его пульсаций, цветовую температуру. У наблюдателя возникает ряд зрительных и психофизиологических реакций. Применение современной измерительной аппаратуры позволит регистрировать эти параметры. Регистрации подвергаются электрические и световые параметры установки. Следует отметить необходимость разработки некоторых интегральных параметров световой среды, объективно отражающих реакции наблюдателя. Заключительным этапом является ввода и обработки данных в ПК.

Блок управления режимами питания – функционально обеспечивает электропитание источников света типа ЛН, ГЛН, ЛЛ, КЛЛ, НЛВД, СИД. Плавно и ступенчато регулирует значения напряжения по амплитуде и частоте, для исследования стандартных и нестандартных режимов питания на выходные параметры источников света, изменения параметров световой среды, определения пороговых и других характеристик зрительного анализатора.

Модель осветительной установки содержит в себе источник света, действие которого на зрительный анализатор оценивается. В зависимости от параметров режима питания источников света экспериментальной установки, который задается предыдущим

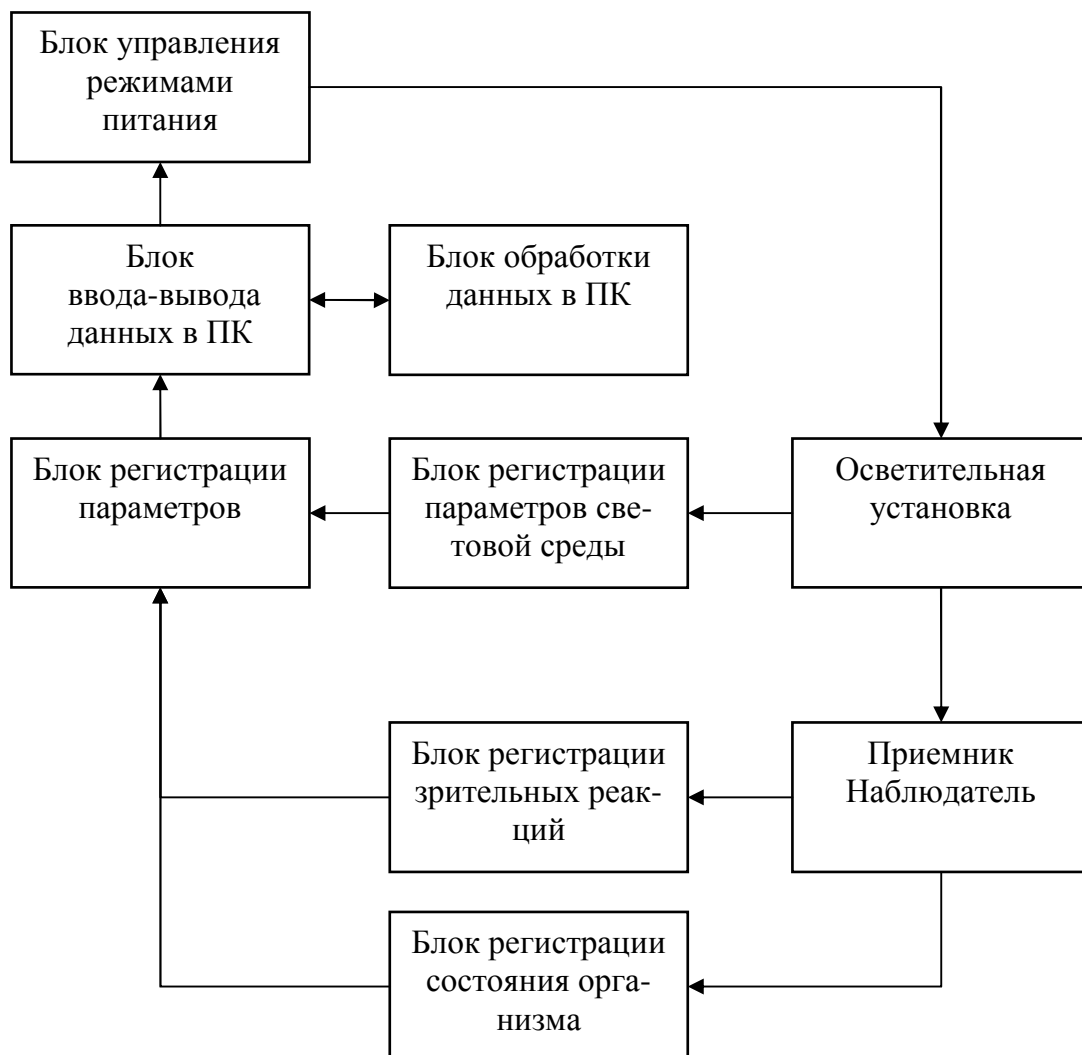


Рис.2. Структурная схема экспериментальной установки.

блоком, позволяет обеспечивать необходимые светоцветовые параметры: световой поток, глубину и частоту его пульсаций (для ЛН, ГЛН, СИД), цветовую температуру.

При исследовании функций зрения, приемником излучения служит зрительный анализатор человека. В результате действия осветительной части экспериментальной установки, возникает ряд зрительных и психофизиологических реакций. При регистрации этих реакций могут быть использованы следующие методы:

1. Метод адиспароии – при определении функциональной устойчивости различной способности зрительного анализатора.
2. Измерение времени зрительно-моторной реакции – при исследовании зависимости зрительной работоспособности человека от условий освещения. Оценивается по условной двигательной реакции наблюдателя на световой раздражитель.
3. Метод корректурных проб по таблицам В.Я. Анфимова – для оценки динамики работоспособности в течение рабочего дня.
4. Метод анкетирования – для исследования психологических параметров наблюдателя, в зависимости от условий освещения.

Блок регистрации параметров содержит в себе блоки регистрации световой среды, зрительных реакций и состояния организма. Это позволяет получать достаточное для дальнейшего анализа количество статистической информации.

Блок ввода-вывода данных в ПК обеспечивает передачу данных, поступивших из блока регистрации параметров в ПК. Кроме того, этот блок осуществляет передачу команд управления от ПК к блоку управления режимами питания.

Блок обработки данных в ПК представляет собой программу, содержащую алгоритмы обработки поступивших данных.

Таким образом, экспериментальная установка позволит получать функциональные зависимости реакций организма наблюдателя на светоцветовые воздействия.

Вышеизложенное позволяет сделать следующие основные выводы:

1. Проведен анализ воздействия световой среды на организм человека. Его результаты позволяют утверждать, что в рекомендациях по проектированию световой среды, наряду с факторами зрительного воздействия, необходимо учитывать, параметры функций биологического и психофизиологического воздействия.
2. Ряд ученых рекомендуют руководствоваться подбором параметров осветительной установки на основе строгих указаний на физиологические особенности воздействия света на организм, для задания необходимого в каждой конкретной ситуации состояния организма на зрительном, биологическом и психофизиологическом уровнях. На сегодняшний день не разработаны ни такие указания, ни система жестких параметров светоцветовой среды и их критериев.
3. Перспективным выглядит применение полученных результатов для создания автоматической системы регулирования освещения, изменяющей параметры световой среды в зависимости от требований и параметров конкретных трудового или восстановительного процессов.
4. Проведенные исследования, на данном этапе, позволяют утверждать, о необходимости в проведении экспериментальных исследований по воздействию на организм излучения современных и перспективных источников света, особенно в связи с чрезвычайным разнообразием спектрального состава их излучений.

Литература:

1. Айзенберг Ю.Б. Справочная книга по светотехнике. – М.: Знак, - 2006. – 972с.
2. В.Ван Боммель. Результаты последних исследований и их значение для светотехнической практики. //Светотехника. – 2005. - №4. С.4-6.
3. Мешков В.В., Матвеев А.Б. Основы светотехники Ч.2. – М.: Энергоатомиздат, - 1989. – 432с.
4. Г.К. Брейнард, И. Провенсио. Восприятие света как стимула незрительных реакций человека. //Светотехника. – 2008. - №1, С.6-12.
5. Федюкина Г.В. Зрительные, биологические и эмоциональные аспекты освещения – что нового для нормирования? //Светотехника. – 2005. - №5. С.10-11.
6. Р.Вайтцель. О влиянии света на человека с учетом новых воззрений. //Светотехника. - 2005. - №5. С.12-15.
7. Я.Шанда. Свет, как актиничное (фотохимически активное) излучение. //Светотехника. – 2006. - №3. С.51-53.
8. Рончи Л.Р. Зрение и освещение. Начало XXI века. //Светотехника. – 2001. - №6. С.6-10.
9. Иоахим Фиш. Свет и здоровье. Новости светотехники. М.: Дом Света. – 2001. - В.5-6. – 37стр.
10. Г.Ван Ден Бельд. Свет и здоровье. //Светотехника. – 2003. - №1. стр.4-7.
11. Рончи Л.Р. Зрительные и биологические воздействия света в новом тысячелетии: предложения для образования. //Светотехника. – 2005. - №5. С.4-9.
12. Рончи Л.Р. Зрительные и биологические воздействия света в новом тысячелетии: предложения для образования. //Светотехника. - 2005. - №6, С.24-27.
13. Р. Вайтцель, Р.А.Ваккер. О влиянии света на человека с учетом новых воззрений (взгляд изготовителей ламп). //Светотехника. – 2005. - №5. С.12-16.

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВПЛИВУ СВІТЛОВОЇ СЕРЕДИ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ

С. С. Овчинников, О.О.Сіробаба

Стаття присвячена аналізу ефективності параметрів впливу світло кольорової середина на організм людини в зоровому, психофізіологічному та біологічному аспектах і методам їх визначення. Приведена структурна схема експериментальної установки, яка дозволяє реєструвати ці параметри з подальшою обробкою.

INFLUENCE EFFICIENCY OF LIGHT MEDIUM FOR A HUMAN BODY

S. S.Ovchinnikov, A. A.Serobaba

Paper analyses light influence efficiency for a human in visible, psycho physiological and biological aspects. It presents a structural arrangement of experimental system that can register and analyze these variables of light.