

4. Planck M. "La loi du rayonnement noir et l'hypothese des quantites elementaires d'action", in La Theorie du Rayonnement et les Quanta. Rapports et Discussions de la Reunion tenue a Bruxelles, du 30 Octobre au 3 Novembre 1911, Sous les Auspices de M.E. Solvay (Paris: Imprimerie Gauthier-Villars, 1912). – P. 93-132.
5. Heisenberg WZ. Phys. 33 879. 1925.
6. Giovanelli R, Orecece A Hyperfine Interact. 131 51. 2000.
7. Haly F.Ya. AIEIE UFN 173 301 (2003).
8. Astrakharchik G E, Combescot R, Pitaevskii L P Phys. Rev. A 76 063616. 2007.
9. Nernst W Verhand. Deutschen Phys. Gesellschaft. 18 83. 1916.
10. В.Г. Корниенко. Причина изменения климата и способы её устранения // Тезисы докладов Всемирной конференции по изменению климата. – Москва, 29 сент.–3 окт. 2003, – 509 с.
11. Корниенко В.Г. Экологическая катастрофа, обусловленная ростом внеклеточных. // Гигиена населённых мест. Институт гигиены и медицинской экологии им. О.М. Марзеева Академии медицинских наук Украины. – Вып.46. 2005. – С. 547-554.
12. V. Korniyenko. Occupancy Of The Earth And The Sun By An Extracellular Form Of Living. // American Society of Civil Engineers. X Conference Earth & Space 2006. Huston, 5-8 March 2006.
13. Корниенко. В.Г. Физика поражающего воздействия на население информационных энергий и меры безопасности // Гигиена населённых мест. Институт гигиены и медицинской экологии им. О.М. Марзеева АМН Украины. – Вып.49. 2007. – С. 246-251.
14. Корниенко В.Г. S-излучения мобильных телефонов // Эниология. – №4. 2005. – С. 81-86.
15. Корниенко В.Г. Исследование сохранности продуктов в холодильниках / В.Г. Корниенко, И.Н. Красновский, С.Н. Филиппов. // Холодильная техника и технология. – №4. 2005. – С. 57-60.
16. Грабовой А. Пирамиды третьего тысячелетия. <http://a-u-m.ru/egypt/19.html>.

## ВИЗНАЧЕННЯ СУБ'ЄКТИВНОЇ РЕАКЦІЇ ЛЮДИНИ НА РІЗНІ ДЖЕРЕЛА ШТУЧНОГО СВІТЛА

*Яригін А.В.*

*ДУ «Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзеева НАМН України», м. Київ*

**Актуальність.** За літературними даними, вплив різного внутрішнього штучного освітлення на очі людини приводить до потенційного ризику того, що очі або шкіра піддаються впливу УФ-випромінювання (УФВ) від загального освітлення, або через прямий вплив на очі синьої складової світла [1]. Офісні працівники та школярі піддаються дії УФВ і синього світла від люмінесцентних і інших ламп, до 8 годин в день [1-4]. Нарешті, при читанні вночі протягом одного або двох годин при використанні компактних люмінесцентних ламп, світлодіодів або ламп розжарювання, люди піддаються деякому впливу блакитним світлом. Люди, схильні використовувати внутрішнє освітлення отримують деяку дозу УФ-випромінювання, яка накопичується протягом всього

життя людини і сприяє збільшенню ризику розвитку захворювання очей [1]. Всі здорові люди можуть в різній мірі наражатись на ризик від УФ-випромінювання і синього світла від внутрішнього освітлення, що пов'язано з відмінностями в генетичному фоні і в типі джерела світла.

**Мета.** Дослідити суб'єктивну реакцію людини на різні джерела штучного світла з метою удосконалення критеріїв гігієнічної оцінки освітленості закритих приміщень.

**Результати досліджень.** Для виявлення суб'єктивної реакції людини на різні джерела штучного світла були підібрані 16 волонтерів жіночої статі без вад зору віком 20-40 років; вибрані 9 (3×3) нових лампи різної потужності з трьома різними типовими

діапазонами колірної температури (2800, 3200, 4100) °К, які були вставлені в настільні лампи; проведені 3 серії експериментів з різним рівнем освітленості (1700, 2600, 3600 лк) газети та кольорового журналу. Опитувані визначали своє ставлення до якості освітлен-

ня штучним джерелом світла та до колірному контрасту від нього за допомогою 5-бальної шкалі світлової чуттєвості та 3-бальної шкалі відчуттів на колір світла, які представлені в таблицях 1, 2.

Таблиця 1. Шкала відчуттів на світлове середовище.

+2	Темне
+1	Трохи темне
0	Нейтральне
-1	Трохи світлувате (трохи ярке)
-2	Занадто світле (ярке)

Таблиця 2. Шкала відчуттів на колір світла.

+1	Приємно
0	Нейтрально
-1	Неприємно

Під незадоволеними світловим середовищем людьми розуміють тих, які будуть оцінювати середовище як «темне, трохи темне, трохи світлувате, занадто світле» по 5-бальній шкалі світлової чуттєвості та «неприємно» по 3-х бальній шкалі відчуттів на колір світла.

Аналіз даних експерименту проводиться за допомогою пакету STATISTICA. Було використано параметричні (кореляційний аналіз Пірсона, критерій Ст'юдента) та непа-

раметричні (ранговий кореляційний аналіз Спірмена) статистичні критерії [5-8]. Вибір зазначених методів аналізу зумовлений відповідністю всіх проаналізованих вибірок нормальному розподілу та ранговою шкалою виміру даних.

Результати аналізу даних експерименту за допомогою кореляційного аналізу Пірсона та Спірмена для даних, згрупованих за типом ламп представлені в таблицях 3, 4.

Таблиця 3. Значення коефіцієнтів кореляції Пірсона для даних, згрупованих за типом ламп.

	Лампа розжарювання	ККЛ "Теплий колір"	ККЛ "Холодний колір"
Лампа розжарювання	1	<b>0,27</b>	<b>0,21</b>
	$p=0,00$	<b><math>p=0,00</math></b>	<b><math>p=0,00</math></b>
ККЛ "Теплий колір"	<b>0,27</b>	1	0,13
	<b><math>p=0,0</math></b>	$p=0,00$	$p=0,08$
ККЛ "Холодний колір"	<b>0,21</b>	0,13	1
	<b><math>p=0,00</math></b>	$p=0,08$	$p=0,00$

Таблиця 4. Значення коефіцієнтів рангової кореляції Спірмена для даних, згрупованих за типом ламп.

	Лампа розжарювання	ККЛ "Теплий колір"	ККЛ "Холодний колір"
$p<0,01$			
Лампа розжарювання	1	<b>0,27</b>	<b>0,21</b>
ККЛ "Теплий колір"	<b>0,27</b>	1	0,13
ККЛ "Холодний колір"	<b>0,21</b>	0,13	1

Як видно з таблиць 3, 4, різниця у сприйнятті учасників експерименту світлового середовища та кольору світла спостерігається при використанні ламп «Холодного кольору» та «Теплого кольору».

Результати аналізу даних експерименту за допомогою кореляційного аналізу Пірсона та Спірмена для даних, згрупованих за рівнем освітлюваності ламп представлені в таблицях 5, 6.

Таблиця 5. Значення коефіцієнтів кореляції Пірсона для даних, згрупованих за рівнем освітлюваності ламп.

	малої потужності	середньої потужності	найбільшої потужності
малої потужності	1,0	<b>0,22</b>	<b>0,22</b>
	p=0,00	<b>p=0,00</b>	<b>p=0,00</b>
середньої потужності	<b>0,23</b>	1	0,41
	<b>p=0,00</b>	p=0,00	p=0,00
найбільшої потужності	<b>0,22</b>	<b>0,41</b>	1,0
	<b>p=0,00</b>	<b>p=0,00</b>	p=0,00

Таблиця 6. Значення коефіцієнтів рангової кореляції Спірмена для даних, згрупованих за рівнем освітлюваності ламп.

	малої потужності	середньої потужності	найбільшої потужності
<b>p&lt;0,01</b>			
малої потужності	1,0	<b>0,22</b>	<b>0,22</b>
середньої потужності	<b>0,22</b>	1,0	<b>0,41</b>
найбільшої потужності	<b>0,23</b>	<b>0,41</b>	1,0

При використанні ламп різної потужності не спостерігається різниці у сприйнятті світлового середовища та кольору світла.

Перевірка гіпотези про рівність середніх досліджуваних вибірок проводилася за допомогою критерію Ст'юдента, представлена в табл. 7, 8. Оскільки порівнювалося більше двох вибірок, для отримання достовірних результатів було застосовано поправку Бонферроні – значення верхньої границі вірогідності помилки при порівнянні розділи-

ли на кількість порівнянь 0,05/3. Вибірки приймалися як достовірно різні при  $p \leq 0,01$ .

Достовірна різниця у сприйнятті учасниками експерименту світлового середовища та кольору світла спостерігається при порівнянні лампи холодного кольору з лампами теплого кольору та лампою розжарювання. За значеннями критерію Ст'юдента видно, що різниця у сприйнятті значно більша при порівнянні ламп теплого та холодного кольору.

Таблиця 7. Значення критерія Ст'юдента для даних, згрупованих за типом ламп.

	Лампа розжарювання / ККЛ "Теплий колір"	Лампа розжарювання / ККЛ "Холодний колір"	ККЛ "Теплий колір" / ККЛ "Холодний колір"
Середнє арифметичне 1	-0,01	<b>-0,01</b>	<b>0,09</b>
Середнє арифметичне 2	0,09	<b>-0,28</b>	<b>-0,28</b>
t-критерій Ст'юдента	-1,31	<b>3,02</b>	<b>4,53</b>
p	0,19	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
Кількість вимірів 1	192,0	<b>192,0</b>	<b>192,0</b>
Кількість вимірів 2	192,0	<b>192,0</b>	<b>192,0</b>

Таблиця 8. Значення критерія Ст'юдента для даних, згрупованих за рівнем освітлюваності ламп.

	малої потужності / середньої потужності	малої потужності / найбільшої потужності	середньої потужності / найбільшої потужності
Середнє арифметичне 1	<b>0,11</b>	<b>0,11</b>	-0,12
Середнє арифметичне 2	<b>-0,12</b>	<b>-0,13</b>	-0,13
t-критерій Ст'юдента	<b>2,80</b>	<b>2,85</b>	0,12
p	<b>0,01</b>	<b>0,00</b>	0,90
Кількість вимірів 1	<b>192,00</b>	<b>192,00</b>	192,00
Кількість вимірів 2	<b>192,00</b>	<b>192,00</b>	192,00

При порівнянні лампи розжарювання та лампи теплового кольору у відчуттях опитаних достовірної різниці не виявлено.

Достовірна різниця у сприйнятті учасниками експерименту світлового середовища та кольору світла спостерігається при порівнянні лампи малої потужності з лампами середньої та найбільшої потужності. За значеннями критерію Ст'юдента видно, що різниця у сприйнятті трохи більша при порівнянні ламп малої та найбільшої потужності.

При порівнянні ламп найбільшої та середньої потужності у відчуттях опитаних достовірної різниці не виявлено.

При аналізі подібності/відмінності в сприйнятті учасниками експерименту газетного та журнального тексту за світлом та кольором при різному освітленні було використано рангову кореляцію Спірмена, представлено в таблицях 9, 10, 11, 12.

Таблиця 9. Значення коефіцієнтів кореляції Спірмена для даних, згрупованих за типом ламп.

журнал газета	Лампа розжарювання_жур.	ККЛ "Теплий колір"_жур.	ККЛ "Холодний колір"_жур.
<b>p&lt;0,01</b>			
Лампа розжарювання_газета	<b>0,37</b>	0,09	-0,09
ККЛ "Теплий колір"_газета	-0,00	<b>0,31</b>	-0,20
ККЛ "Холодний колір"_газета	<b>0,30</b>	0,25	<b>0,56</b>

Учасники експерименту з однаковим рівнем комфортності сприймають газетний та журнальний текст при освітленні лампою розжарювання та лампою холодного кольору.

Причому, чим вищий рівень освітлюваності лампи тим більш комфортне сприйняття.

Таблиця 10. Значення коефіцієнтів кореляції Спірмена для даних, згрупованих за типом ламп.

колір світло	Лампа розжарювання_колір	ККЛ "Теплий колір"_колір	ККЛ "Холодний колір"_колір
<b>p&lt;0,01</b>			
Лампа розжарюв._світло	-0,21	-0,17	0,15
ККЛ "Теплий колір"_світло	-0,05	-0,20	0,26
ККЛ "Холодний колір"_світ	<b>-0,27</b>	-0,26	<b>0,31</b>

Обернено пропорційна залежність між даними при дослідженні лампи розжарювання та холодного кольору свідчить про протилежне сприйняття опитуваними світлового середовища та кольору світла. При збільшенні рівня освітлюваності лампи роз-

жарювання учасники експерименту відмічали покращення сприйняття кольору світла, а при збільшенні рівня освітлюваності лампи холодного кольору – погіршення сприйняття світлового середовища.

Таблиця 11. Значення коефіцієнтів кореляції Спірмена для даних, згрупованих за рівнем освітлюваності ламп (газета-журнал).

журнал газета	малої потужності_журнал	середньої потужності_журнал	найбільшої потужності_журнал
<b>p&lt;0,01</b>			
малої потужності_газ.	<b>0,46</b>	-0,15	-0,21
середньої потужності_газ.	0,18	<b>0,39</b>	0,21
найбільшої потужності_газ.	0,19	0,11	<b>0,28</b>

Таблиця 12. Значення коефіцієнтів кореляції Спірмена для даних, згрупованих за рівнем освітлюваності ламп (колір-світло).

колір світло	малої потужності_колір	середньої потужності_колір	найбільшої потужності_колір
<b>p&lt;0,01</b>			
малої потужності_світло	<b>-0,43</b>	-0,02	-0,07
середньої потужності_світло	<b>-0,40</b>	0,12	0,02
найбільшої потужності_світло	<b>-0,29</b>	0,09	0,19

Обернено пропорційна залежність між даними свідчить про гірше сприйняття опитуваними світлового середовища при освітленні лампою найбільшої потужності ніж кольору світла при освітленні лампою малої потужності.

Рівень достовірності критерію Ст'юдента при аналізі сприйняття учасників експерименту різного тексту на світло та колір було прийнято  $p<0,005$ , оскільки проводилося дев'ять порівнянь. За даними аналізу, достовірні відмінності у реакції учасників експерименту відмічаються у сприйнятті журнального тексту при освітленні лампою холодного кольору та газетного тексту при освітленні лампою розжарювання і лампою холодного кольору. Встановлено, що в даній вибірці достовірно відрізняються реакції учасників експерименту у сприйнятті газетного та журнального тексту при освітленні однією і тією ж лампою. Відмічено велику кількість реакцій на колір світла «неприємно» в одній вибірці та велику кількість реакцій на світлове середовище «трохи темне» в

іншій вибірці при освітленні лампою теплого кольору, що свідчить про більш комфортне сприйняття світлового середовища у порівнянні з кольором світла. Поряд з тим виявлено велику кількість реакцій на світлове середовище «трохи ярке» в одній вибірці та велику кількість реакцій на колір світла «приємно» в іншій при освітленні лампою холодного кольору, що свідчить про більш комфортне сприйняття кольору світла у порівнянні зі світловим середовищем. Встановлені достовірні відмінності у реакції учасників експерименту відмічаються у сприйнятті газетного тексту при освітленні лампою малої потужності та журнального тексту при освітленні лампою середньої потужності. Виявлено, що різниця між вибірками зумовлена великою кількістю реакцій на колір світла «неприємно» при освітленні лампою малої потужності в одній вибірці та великою кількістю реакцій на світлове середовище «трохи темне» в іншій вибірці, що свідчить про більш комфортне сприйняття світлового

середовища ніж кольору світла при освітленні лампою малої потужності.

Мода кожної з проаналізованих вибірок рівна 0. Це свідчить про, в основному,

нейтральне сприйняття світлового середовища та кольору світла при освітленні лампами різного типу та рівня освітлюваності.

### Висновки

1. Достовірна різниця ( $p < 0,01$ ) у сприйнятті учасниками експерименту світлового середовища та кольору світла спостерігається при порівнянні лампи холодного кольору з лампами теплого кольору та лампою розжарювання. При порівнянні лампи розжарювання та лампи теплого кольору у відчуттях опитаних достовірної різниці не виявлено.

2. Мода кожної з проаналізованих вибірок близька до нуля. Це свідчить про нейтральне сприйняття світлового середовища та кольору світла при освітленні лампами різного типу та рівня освітлюваності.

3. За даними експерименту підвищені рівні освітленості (1700, 2600, 3600 лк) газети та кольорового журналу, приблизно в 10 разів, у порівнянні з рекомендованими (150-300 лк), у більшості респондентів не визивають скарг до якості освітлення і кольору світла.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Health Effects of Artificial Light (Text copyright<sup>©</sup> DG Health and Consumers of the European Commission. Source document: [SCENIHR \(2012\) Summary & Details: GreenFacts](http://copublications.greenfacts.org/en/artificial-light/1-2/1-concerns.htm#0) <http://copublications.greenfacts.org/en/artificial-light/1-2/1-concerns.htm#0>
2. Зак П.П. Потенциальная опасность освещения светодиодами для глаз детей и подростков / П.П. Зак, М.А. Островский // – Светотехника. 2012. – №3. – С. 4-6.
3. Сравнительная гигиеническая оценка условий освещения с люминесцентными лампами и светодиодными источниками света в школах // <http://svl.com.ua/news/view38.html>
4. Мартировсова В.Г. Гигиенические и светотехнические аспекты проблемы оптимизации световой среды в производственных помещениях современных предприятий / В.Г. Мартировсова // *СвітлоLUX*. 2008. – №3. – С. 81-86.
5. А.А. Халафян "STATISTICA 6. Статистический анализ данных. 3-е изд." – М.: 000 «Бинном-Пресс», 2007. – 512 с.: ил. ISBN: 978-5-9518-0215-6. – Аннотация.
6. Вуколов Э.А. Основы статистического анализа. Практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов "Statistica" и "Excel". – М.: – Форум, 2004. – 464 с. ISBN: 5-8199-0141-X. – Аннотация.
7. Салин В. Практикум по курсу "Статистика". В системе Statistica. / В. Салин, Э. Чурилова. – Перспектива. 2002. – Аннотация.
8. Алексахин С. Прикладной статистический анализ. / С. Алексахин, А. Балдин, А. Николаев, В. Строганов. – Учебное пособие. – Москва. 2001.

**Резюме.** На основе экспериментальных данных исследована субъективная реакция людей на разные источники света и его цвет, доказана необходимость усовершенствования санитарно-эпидемиологических критериев оценки освещенности.

**Summary.** The subjective reactions of people on the different sources of light and its color is investigated, a necessity of the improvement of sanitary-and-epidemiological criteria for the assessment of the illuminance has been proved on the basis of experimental data.