

УДК 633.1

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки, сельскохозяйственные науки)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОСВЕЩЁННОСТИ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В АУДИТОРНОМ ПОМЕЩЕНИИ КУБГАУ

Туманова Марина Ивановна

к.т.н., доцент

Scopus Author ID: 676 203

РИНЦ SPIN-код: 1927-7090

tumanova-kgau@mail.ru

Кубанский государственный аграрный университет, Россия, 350044, Краснодар, Калинина 13

Котелевская Елена Анатольевна

к.т.н., доцент

Scopus Author ID: 788 241

РИНЦ SPIN-код: 6276-1524

9183119059@mail.ru

Кубанский государственный аграрный университет, Россия, 350044, Краснодар, Калинина 13

Шереметьева Анастасия Сергеевна

студент

nastia.scheremetjeva@yandex.ru

Кубанский государственный аграрный университет, Россия, 350044, Краснодар, Калинина 13

Агеенко Богдан Михайлович

студент

ageen.bogdan@yandex.ru

Кубанский государственный аграрный университет, Россия, 350044, Краснодар, Калинина 13

Ультрафиолетовое излучение является электромагнитным излучением, которое обладает фотохимической активностью и является не видимым для глаза человека. По современным представлениям, видимый свет это электромагнитное излучение с длиной волны ориентировочно от 380 нм до 740 нм. Источниками ультрафиолетового излучения в аудиторных помещениях являются осветительные приборы, компьютер, солнечный свет. Отрицательное воздействие имеет избыток и недостаток ультрафиолета на системы организма человека. При его избытке страдает иммунная и нервная системы человека, кожный покров, состояние глаз. Наличие благоприятных условий в аудиторных помещениях являются необходимым условием для хорошей работоспособности обучающихся в ВУ-Зах и профилактики различных заболеваний. В статье рассматривается вопрос исследования характеристик энергетической освещенности в различных областях спектра ультрафиолетового излучения на рабочих местах в условиях учебной ауди-

UDC 633.1

4.3.1. Technologies, machinery and equipment for the agro-industrial complex (technical sciences, agricultural sciences)

THE STUDY OF THE PARAMETERS OF ENERGY ILLUMINATION OF ULTRAVIOLET RADIATION IN KUBGAU CLASSROOMS

Tumanova Marina Ivanovna

Cand.Tech.Sci., associate professor

Scopus Author ID: 676 203

RSCI SPIN-code: 1927-7090

tumanova-kgau@mail.ru

Kuban State Agrarian University, 13 Kalinina, Krasnodar, 350044, Russia

Kotelevskaya Elena Anatolyevna

Cand.Tech.Sci., associate professor

Scopus Author ID: 788 241

RSCI SPIN-code: 6276-1524

9183119059@mail.ru

Kuban State Agrarian University, 13 Kalinina, Krasnodar, 350044, Russia

Sheremeteva Anastasia Sergeevna

student

nastia.scheremetjeva@yandex.ru

Kuban State Agrarian University, 13 Kalinina, Krasnodar, 350044, Russia

Ageenko Bogdan Mihailovich

student

ageen.bogdan@yandex.ru

Kuban State Agrarian University, 13 Kalinina, Krasnodar, 350044, Russia

Ultraviolet radiation is electromagnetic radiation that has photochemical activity and is not visible to the human eye. According to modern concepts, visible light is electromagnetic radiation with a wavelength of approximately 380 nm to 740 nm. Sources of ultraviolet radiation in classrooms are lighting devices, a computer, sunlight. A negative impact has an excess and a lack of ultraviolet radiation on the systems of the human body. With its excess, the human immune and nervous systems, skin, and eye condition suffer. The presence of favorable conditions in classrooms is a necessary condition for the good performance of students in universities and the prevention of various diseases. The article deals with the issue of studying the characteristics of energy illumination in various areas of the spectrum of ultraviolet radiation at workplaces in a classroom. The studies were carried out in accordance with the existing methodology and using a modern device TKA-PKM (13). The device has been verified measurements and complies with GOST. The readings of the calculated and calculated parameters

тории. Исследования проводились в соответствии с существующей методикой и использованием современного прибора ТКА-ПКМ (13). Прибор прошел поверку измерений и соответствует ГОСТ. Были измерены показания расчетных и вычисляемых параметров ультрафиолетового излучения. Исследование показало, что показатели в норме и соответствуют существующим гигиеническим требованиям и нормам. Ультрафиолетовое излучение источниками, которого является техническое оборудование и осветительные приборы, не оказывает отрицательного воздействия на людей

Ключевые слова: ДИАПАЗОН, АУДИТОРИЯ, ПРИБОР, ИЗМЕРЕНИЕ, РАБОТОСПОСОБНОСТЬ, ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОСВЕЩЁННОСТЬ

of ultraviolet radiation were measured. The study showed that the indicators are normal and comply with existing hygienic requirements and standards. Ultraviolet radiation sources, which are technical equipment and lighting devices, do not have a negative effect on people

Keywords: RANGE, AUDIENCE, DEVICE, MEASUREMENT, PERFORMANCE, ENERGY ILLUMINATION

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-186-017>

Ультрафиолетовое излучение с длиной волны от 200 до 400 нм находится в промежутке между светом и рентгеновским излучением. Это излучение в нормальных для человека дозах положительно влияет на здоровье человека и его активно применяют в лечебных целях. Однако, избыток ультрафиолета обладает повреждающим эффектом, так как он приводит к образованию свободно радикальных состояний клетки, что вызывает отклонения её функционирования. При воздействии на ДНК, оно вызывает перестройку структур белка, приводят к образованию димеров тимина. Конфигурация ДНК меняется локально в пространстве образования соединений тимина, заставляя полимеразы как ДНК и РНК протекать сквозь них, приводя к мутациям. Способность человеческого тела восстанавливать повреждения, вызванные ультрафиолетовым излучением, понижается в течение жизни. Тем не менее, ультрафиолет оказывает благоприятное биогенное действие, так как под его влиянием в коже образуется витамин D. Потребность в нём у человека полностью удовлетворяется при пребывании под солнечными лучами в любое время года, кроме зимы, периода дефицита УФ - В излучения. Полный спектр УФ - лучей влияет на количество цитокинов, белковых структур ответственных за нормальное функционирование клеток и связь между ними в коже. Также действие солнечно-

<http://ej.kubagro.ru/2023/02/pdf/17.pdf>

го света влияет на выработку антигенов и Т - киллеров клеток, ответственных за иммунный ответ на появление патогенов в организме человека. Под действием УФ - излучения их количество повышается, что способствует улучшению сопротивляемости организма. Данное влияние важно для детей в процессе обучения, так как уменьшает риск прерывания учебного процесса по причине болезни [1]. Ультрафиолет также оказывает губительное воздействие на болезнетворные микроорганизмы, что используется в промышленном животноводстве, например, для обеззараживания стоков. Кроме того, дозированное применение ультрафиолета повышает защитные функции организма.

Цель исследования - измерение параметра энергетической освещённости в зонах УФ-С, УФ-В, УФ-А аудиторного помещения КубГАУ факультета механизации №111 в целях контроля его соответствия гигиеническим требованиям на рабочих местах.

В оптической фотометрии наиболее часто измеряется величина - освещенность – определяется как:

$$E = \frac{d\Phi}{dS} \quad (1)$$

где Φ – световой поток, падающий на поверхность, и S – площадь поверхности. Яркость светящейся поверхности определяется как:

$$B = \frac{l}{S_n} = \frac{l}{S \cos\varphi} \quad (2)$$

Используя определение силы света имеем:

$$B = \frac{d\Phi}{d\omega * S \cos\varphi} \quad (3)$$

Для несамосветящихся:

$$B = \frac{dE}{d\omega} \quad (4)$$

Энергетическая освещённость и яркость выражаются в ваттах на квадратный метр:

$$E_{\text{э}} = \frac{d\Phi}{dS} * \frac{\text{Ватт}}{\text{м}^2} \quad R_{\text{э}} = \frac{d\Phi}{dS} * \frac{\text{Ватт}}{\text{м}^2} \quad (5)$$

Искусственные источники ультрафиолетового излучения в настоящее время активно используются во многих областях деятельности человека: промышленности, медицине, микроэлектронике. Широко применяются в повседневной жизни при освещении производственных и жилых помещений, на рабочих местах, обучающихся во всех учреждениях. Как правило, на рабочих местах в производственных и учебных заведениях в качестве освещения помещения, аудиторий используют люминесцентной лампы (рис. 1).



Рисунок 1-Устройство люминесцентной лампы

За счет принципа работы таких газоразрядных осветительных устройств у них высокий срок эксплуатации. Принцип работы (рис. 2) таких ламп основан на добавление инертного газа и ртути в колбу лампы с откаченным воздухом из нее воздухом, для того чтобы проходил электрический ток. Ионизированные газы светятся и выделяют ультрафиолетовое излучение. За счет состава люминофора, нанесенного на внутреннюю поверхность колбы, ультрафиолетовое излучение преобразуется в видимый свет.

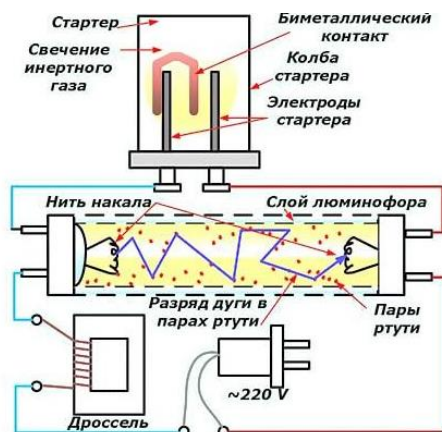


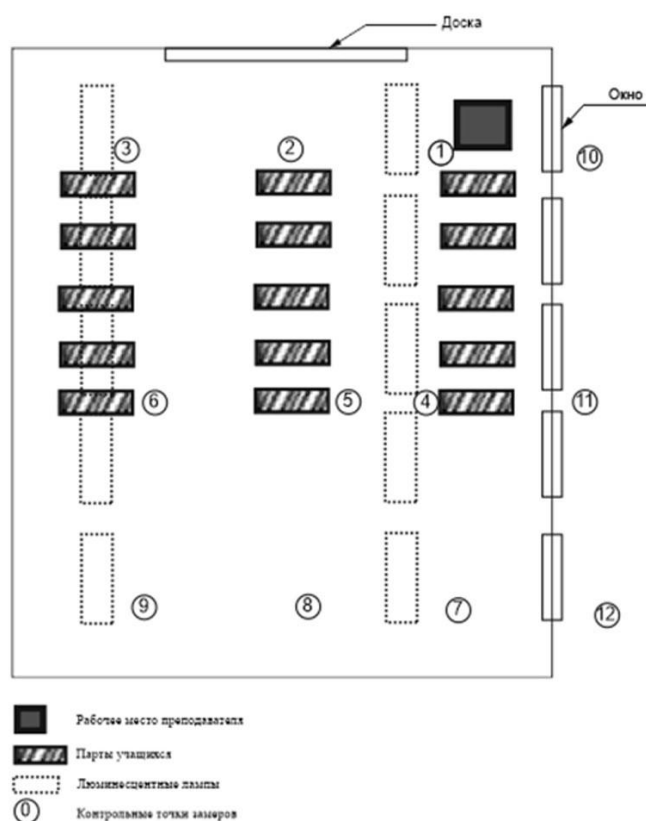
Рисунок 2- Принцип работы люминесцентной лампы

Источниками ультрафиолетового излучения в аудиториях ВУЗов являются лампы люминесцентные, а также персональные компьютеры с ЖК-монитором, в которых в качестве тыловой подсветки применяются те же люминесцентные лампы. Длительное пребывание за монитором компьютера отрицательно сказывается на зрительную и нервную и другие системы человека, так как кроме ультрафиолетового излучения на него воздействуют электрическое поле, электромагнитное и другие излучения и поля. Работа и перерыв на таком оборудовании должна регламентироваться установленными санитарными нормами и правилами, например СП 2.2.3670-20, ФЗ-52 от 30.03.1999 г.

Необходимо отметить, что рабочие места в аудиториях ВУЗов предназначены для обучения, а значит, широко используется мультимедийное оборудование для демонстрации лекций, фильмов, презентаций в учебных целях. Такое оборудование позволяет более наглядно и качественно производить учебный процесс. Принцип работы проекционных ламп в проекторах основан на газоразрядных лампах, в которых присутствует какой-либо ионизированный газ.

В КубГАУ измерение параметра энергетической освещенности проводилось в аудиторном помещении № 111 мх с количеством посадочных мест 30 человек. Измерения проводились в теплый период года (апрель

2022 г.). На рисунке 3 приведен план аудиторного помещения, в котором проводили исследования параметра.



Измеряли параметр энергетической освещенности в различных точках аудиторного помещения (1-9) (рис. 3). Рабочее место преподавателя оборудовано компьютером и монитором. Под потолком висит проектор для демонстрации видеофильмов и презентаций в учебных целях, а также на потолке закреплены для освещения аудитории лампы люминесцентные.

Приборы и методика измерения. Для исследования УФ - излучения в аудитории был использован прибор ТКА-ПКМ (13) (УФ – Радиометр с ослабляющим фильтром). Аппарат прошел поверку и годен к эксплуатации, что отображено в паспорте прибора. Внешний вид прибора представлен на рисунке 4,а. Он способен измерять и показывать вычисляемые параметры такие как: энергетическая освещённость (E , мВт/м²), максимально (пиковое) значение энергетической облученности (E_m); энергетическая

экспозиция в соответствующих областях спектра (He). Рисунок 4,б отображает схемы, на которой высвечиваются вычисляемые параметры.

Принцип работы прибора заключается в преобразовании фотоприемными устройствами оптического излучения в электрический сигнал с последующей цифровой индикацией числовых значений энергетической освещенности.

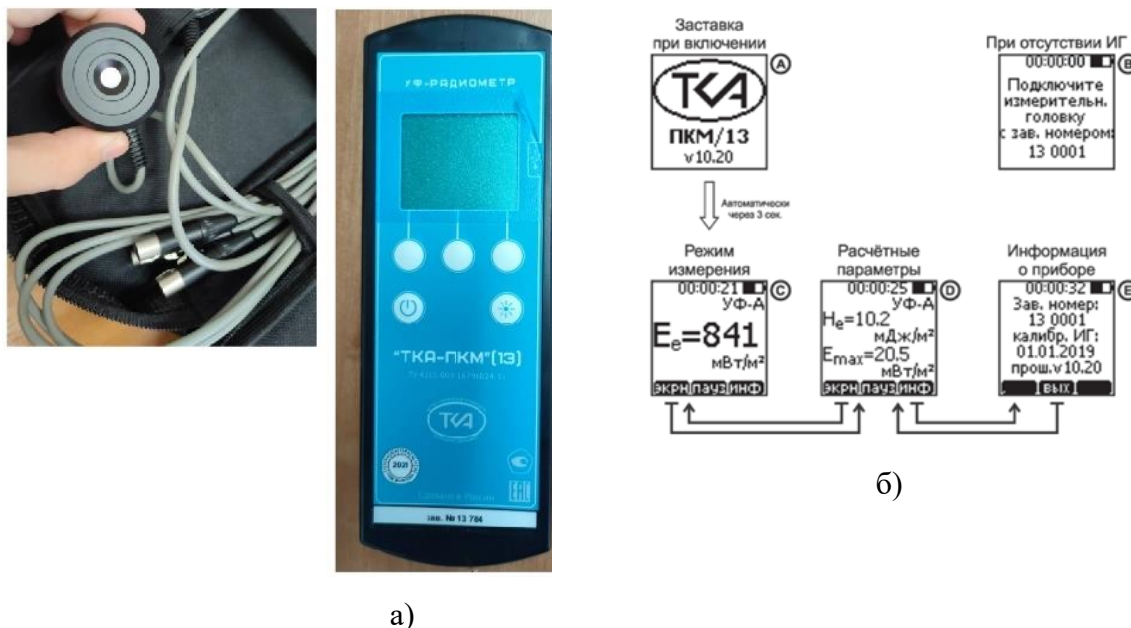


Рисунок 4 –УФ – радиометра с ослабляющим фильтром: а) внешний вид; б) схема расположение символов на ЖК-дисплее

На экранах демонстрируется спектральный диапазон, в котором производятся измерения энергетической освещенности (E), которые зависят от присоединенной измерительной головки, и таймер с временем измерений, в течение которого накапливается энергетическая экспозиция (He) и фиксируется максимальное значение энергетической облученности (Em). Измеренный параметр энергетической освещенности в различных точках аудиторного помещения (1-9) и вычисляемые параметры максимального (пикового) значения энергетической облученности (Em); энергетической экспозиции в соответствующих областях спектра (He) представлены на рисунке 5.

E		He				Em			
к измерений	Значение	Номера точек измерений		Значение	Номера точек измерений		Значение		
A	7,0	1	вид датчика	A	97,4	1	вид датчика	A	8,62
B	2,0		B	37,4	B		3,05		
C	0,0		C	0,0	C		0,00		
A	0,5	2	вид датчика	A	13,5	2	вид датчика	A	1,47
B	0,5			B	20,5			B	1,40
C	0,0			C	0,0			C	0,00
A	12,4	3	вид датчика	A	256,0	3	вид датчика	A	20,60
B	3,2			B	51,9			B	4,58
C	0,0			C	0,0			C	0,00
A	10,1	4	вид датчика	A	17,4	4	вид датчика	A	14,40
B	4,0			B	57,7			B	4,30
C	0,0			C	0,0			C	0,00
A	0,5	5	вид датчика	A	9,4	5	вид датчика	A	1,41
B	0,0			B	0,7			B	0,00
C	0,0			C	0,0			C	0,00
A	5,0	6	вид датчика	A	74,7	6	вид датчика	A	6,36
B	0,0			B	0,0			B	1,08
C	0,0			C	0,0			C	0,00
A	9,0	7	вид датчика	A	96,2	7	вид датчика	A	9,07
B	2,0			B	19,9			B	2,66
C	0,0			C	0,0			C	0,00
A	1,0	8	вид датчика	A	5,3	8	вид датчика	A	1,46
B	0,0			B	0,0			B	0,00
C	0,0			C	0,0			C	0,00
A	9,0	9	вид датчика	A	105,0	9	вид датчика	A	9,24
B	3,0			B	40,7			B	3,69
C	0,0			C	0,0			C	0,00

Рисунок 5 - Параметры энергетической освещенности, максимального (пикового) значения энергетической облученности, энергетической экспозиции

В результате проведенных измерений получена зависимость параметра энергетической освещенности, энергетической облученности, энергетической экспозиции зоны УФ-А и УФ-В от точки измерения в аудиторном помещении. Полученные результаты, представлены на графиках 1,2,3.

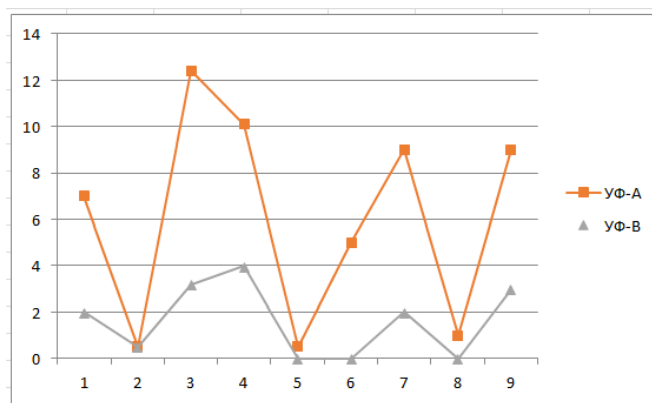


График 1- Зависимость параметра энергетической освещенности E (мВт/кв. м) зоны УФ-А и УФ-В от точки измерения

Анализ графика 1 показал, что энергетическая освещенность (E) для зоны УФ-А изменяется в точке 5 (нижний показатель) от 0,1 до 12,4 мВт/м² в точке 3 (верхний), а для зоны УФ-В изменяется в пределах в точке 2 от 0,1 до 3 мВт/м² в точке 3. Для зоны УФ-С прибор показал число 0 мВт/м².

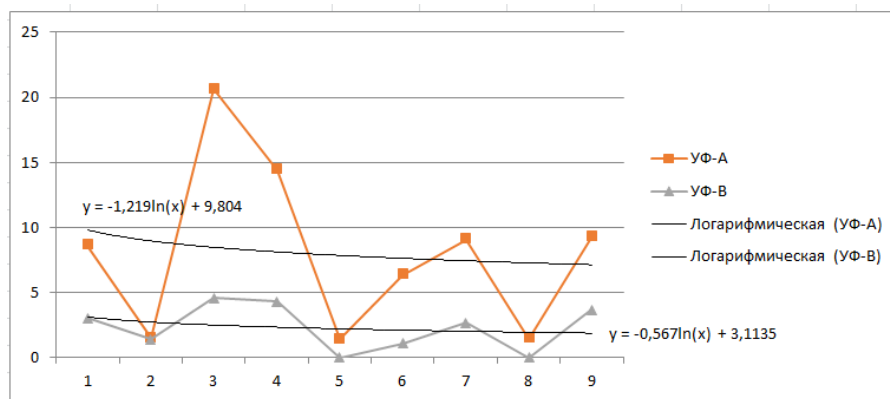


График 2- Зависимость вычисляемого параметра энергетической облученности E_m (мВт/кв. м) зоны УФ-А и УФ-В от точки измерения

Анализируя показания графика 2, видно, что энергетическая облученность (E_m) для зоны УФ-А изменяется в пределах в точке 5 от 0,1 до 20,6 мВт/м² в точке 3, а для зоны УФ-В изменяется в пределах в точке 2 от 0,1 до 4 мВт/м² в точке 3. Для зоны УФ-С : 0 мВт/м².

Анализ графика 3 вычисляемого параметра энергетической экспозиции (H_e) было получено, что энергетическая экспозиция для зоны УФ-А изменяется в пределах в точке 2 от 0,1 до 256 мВт/м² в точке 3, а для зоны УФ-В изменяется в пределах в точке 2 от 0,1 до 57 мВт/м² в точке 4. Для зоны УФ-С : 0 мВт/м².

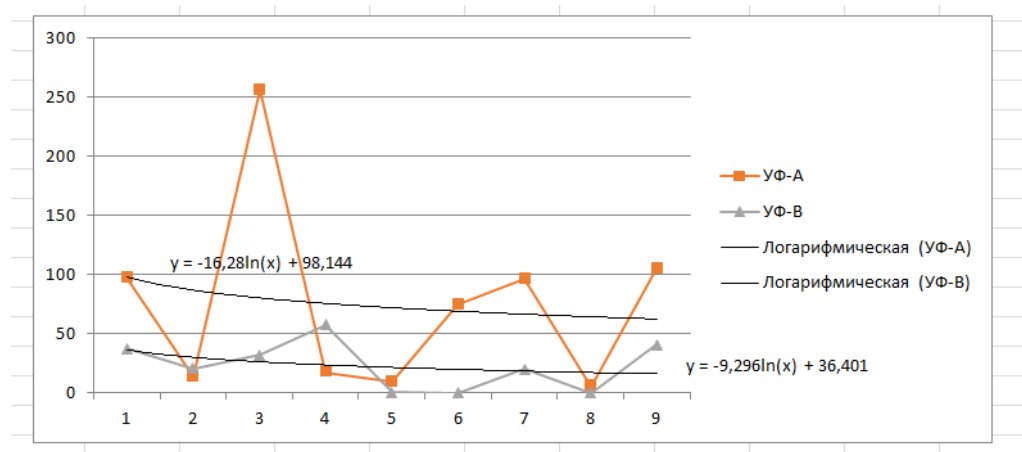


График 3- Зависимость вычисляемого параметра энергетической экспозиции (H_e) зоны УФ-А и УФ-В от точки измерения

Согласно СанПиН глава 2.2.7. допустимая интенсивность облучения работающих при наличии незащищенных участков поверхности кожи не более $0,2 \text{ м}^2$ и периода облучения до 5 мин, длительности пауз между ними не менее 30 мин и общей продолжительности воздействия за смену до 60 мин не должна превышать: $50,0 \text{ Вт/кв. м}$ - для области УФ-А; $0,05 \text{ Вт/кв. м}$ - для области УФ-В; $0,001 \text{ Вт/кв. м}$ - для области УФ-С [2]. А допускаемая напряженность ультрафиолетового облучения работающих при наличии незащищенных участков плоскости кожи не больше $0,2 \text{ кв. м}$ (лицо, шея, кисти рук и др.) и продолжительности однократного облучения выше 5 мин. и больше не обязана превосходить: $10,0 \text{ Вт/кв. м}$ - для области УФ-А; $0,01 \text{ Вт/кв. м}$ - для области УФ-В. Излучение в области УФ-С при указанной продолжительности не допускается [2].

Вывод. Используя аппарат ТКА-ПКМ (13), была выполнена цель исследования, результатами которых являются следующие данные:

1. Энергетической освещённость (E , мВт/м^2) изменяется и в области спектра 200..280 нм составила 0 мВт/м^2 , в области спектра 280...315 нм : от $0,1$ до 3 мВт/м^2 , а в области спектра 315...400 нм : от $0,1$ до $12,4 \text{ мВт/м}^2$.

2. Энергетическая облученность (E_m) изменяется: для зоны УФ-А от $0,1$ до $20,6 \text{ мВт/м}^2$, а для зоны УФ-В от $0,1$ до 4 мВт/м^2 . Для зоны УФ-С прибор показал число 0 мВт/м^2 .

3. Энергетическая экспозиция (H_e) изменяется: для зоны УФ-А от $0,1$ до 256 мВт/м^2 , а для зоны УФ-В от $0,1$ до 57 мВт/м^2 . Для зоны УФ-С: 0 мВт/м^2 .

В ходе исследования параметров ультрафиолетового излучения в аудиторном помещении были использованы современные приборы, прошедшие поверку измерений в 2022 г. Измерения проводились согласно существующей методике, являются достоверными. Полученные значения находятся в пределах нормы, не превышая установленных безопасных значений. На

здоровье людей, при обучении в данном аудиторном помещении, ультрафиолетовое излучение не оказывает негативного влияния. Обучающиеся являются молодыми лицами в возрасте, когда необходимо следить за здоровьем, для предотвращения получения профессиональных заболеваний, чтобы они в дальнейшем вели активную трудовую деятельность.

Полученные значения и приборы могут быть использованы университетской службой охраны труда для проведения специальной оценки рабочих мест по условиям труда в целях проведения необходимых замеров ультрафиолетового излучения и получения достоверных результатов. Так как в процессе исследования участвовали обучающиеся различных курсов и факультетов, то приобретённые ими знания и навыки могут быть использованы ими в процессе учебы и работе. А также, опыт, полученный в данном исследовании, возможно, повлияет на получение дополнительных знаний в области БЖД и получения диплома в области охраны труда.

Список литературы:

1. Зураев А.В., Бudevич В.А. Влияние света как повреждающего фактора на организм // <https://elib.bsu.by/URL: https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/104516/1/119-122.pdf> (дата обращения 10.01.2023).

References:

1. Zurayev A.V., Budevich V.A. Vliyaniye sveta kak povrezhdayushchego faktora na organizm cheloveka [The influence of light as a damaging factor on the human body] // <https://elib.bsu.by/ URL: https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/104516/1/119-122.pdf> (data obrashcheniya 10.01.2023).