

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)
Кафедра БЖД

ОТЧЕТ
по лабораторной работе №22
по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности»
ТЕМА: ЗАЩИТА ОТ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Студенты гр. 8391

Орещенко Н.В.

Перевертайло Д.А.

Петрухина М.С.

Преподаватель

Овдиенко Е.Н.

Санкт-Петербург

2021

Цель работы.

Изучение основных принципов нормирования безопасных уровней ультрафиолетового излучения; знакомство с основными средствами защиты от ультрафиолетового излучения; исследование способности различных материалов поглощать ультрафиолетовое излучение.

Обработка результатов эксперимента.

1. Исследование различных видов поглотителей ультрафиолетового излучения.

Запишем значения интенсивности ультрафиолетового излучения в трёх спектральных диапазонах (А, В и С) без использования поглощающих фильтров и поочерёдно устанавливая поглощающие фильтры (1-9).

Таблица 3

№ п/п	Наименование поглотителя	Интенсивность УФИ, Вт/м ²			Спектральный коэффициент пропускания, отн. ед.			Эффективность поглотителя, %		
		УФ-А	УФ-В	УФ-С	УФ-А	УФ-В	УФ-С	УФ-А	УФ-В	УФ-С
1	Без поглотителя	0.57	0.087	1.29	-	-	-	-	-	-
2	№1 - Силикатное стекло (толщина 2 мм)	0.48	0.028	0.016	0,84	0,32	0,01	15,79	67,82	98,76
3	№2 - Оргстекло (толщина 3 мм)	0.45	0.027	0.013	0,79	0,31	0,01	21,05	68,97	98,99
4	№3 - Стекло для защитного щитка сварщика С4 (толщина 2,3 мм)	$1.2 \cdot 10^{-1}$	10^{-3}	$0.8 \cdot 10^{-1}$	0,00 1	0,01	0,00 1	99,79	98,85	99,94
5	№4 - Х/б ткань белого цвета	0.045	$8.2 \cdot 10^{-2}$	0,07	0,08	0,09	0,05	92,11	90,57	94,57
6	№5 - Ткань «Брезент»	0.011	$2 \cdot 10^{-3}$	0.014	0,02	0,02	0,01	98,07	97,70	98,91
7	№6 - Тонкий пластик синий	0.03	$8.1 \cdot 10^{-2}$	0.045	0,05	0,09	0,03	94,74	90,69	96,51
8	№7 - Тонкий пластик красный	0.2	0.024	0.17	0,35	2,76	0,13	64,91	72,41	86,82
9	№8 - Тонкий пластик белый	0.016	$5.2 \cdot 10^{-2}$	0.028	0,03	0,06	0,02	97,19	94,02	97,83
10	№9 - Плёнка автомобильная для тонирования	0.012	$3.8 \cdot 10^{-2}$	$2.7 \cdot 10^{-1}$	0,02	0,04	0,00	97,89	95,63	99,79

Выполним расчёт спектрального коэффициента пропускания каждого фильтра по формуле:

$$\tau_i(\lambda) = \frac{I_{n,i}}{I_0}, \quad (1)$$

где $\tau(\lambda)$ – спектральный коэффициент пропускания i -го поглотителя;
 I_0 – интенсивность УФ-излучения без использования поглотителя;
 $I_{n,i}$ – интенсивность УФ-излучения с использованием i -го поглотителя.

Выполним расчёт эффективности каждого поглотителя по следующей формуле:

$$\mathcal{E}_i = \frac{I_0 - I_{n,i}}{I_0} * 100\% = 1 - \frac{I_{n,i}}{I_0} * 100\%, \quad (2)$$

где \mathcal{E} – эффективность поглощения УФ-излучения i -ым материалом;
 I_0 – интенсивность УФ-излучения без использования поглотителя;
 $I_{n,i}$ – интенсивность УФ-излучения с использованием i -го поглотителя.

Проведем анализ полученных результатов.

Спектр УФ-излучения охватывает волны длиной от 100 до 400 нм. При этом различают три участка спектра:

Наименование	Длина волны, нм	Аббревиатура
Ультрафиолет А, длинноволновой диапазон	400—315	UVA
Ультрафиолет В, средневолновой	315—280	UVB
Ультрафиолет С, коротковолновой	280—100	UVC

В рамках выполнения данной лабораторной работы наибольшей интенсивностью УФ-излучения обладает UVC (Ультрафиолет С, коротковолновой).

Рассмотрим воздействие УФ-излучения с использованием поглощающих фильтров.

1. Силикатное стекло с толщиной 2 мм.

Согласно СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение», помещения с постоянным пребыванием людей должны иметь естественное освещение. Наиболее подходящее решение для этого — силикатное стекло;

оно пропускает солнечный свет, что при должном размещении окон может обеспечивать необходимые показатели естественной освещенности. Помимо этого, силикатное стекло полностью поглощает излучение диапазона UV-C (99%), уменьшает интенсивность диапазона UV-B более чем в два раза (68%) и примерно на четверть снижает UV-A (16%). То есть данный тип поглотителя пропускает только длинноволновое излучение – наиболее безопасное и полезное для живых организмов. Силикатное стекло предотвращает повреждения кожи такое, как преждевременное старение.

Примеры использования: муниципальные учреждения, школы, ВУЗы, жилые помещения, авто и т.д. Известна фотография дальнбойщика, подвергавшегося за рулем облучению солнечным ультрафиолетом преимущественно с левой стороны. Водитель имел привычку ездить с опущенным стеклом водительского окна, но правая часть лица была защищена от солнечного ультрафиолета лобовым стеклом. Разница возрастного состояния кожи на правые и левые стороны впечатляет



*Рис. 8 Фотография водителя, ездившего с опущенным стеклом
водительского окна.*

2. Оргстекло (толщина 3 мм).

За счет того, что оргстекло обладает высокой ударопрочностью, его можно использовать для производства разного рода защитных ограждений. *К примеру, можно использовать как элемент конструкции при сооружении парников, теплиц и т.д.* Кроме того, оно более устойчиво к воздействию ультрафиолета, чем силикатное стекло, что является важным фактором при занятии садоводством: фильтрует наиболее опасное излучение UVC для растений.

Эффективность поглотителя %:

UV-A: 21%

UV-B: 67%

UV-C: 99%

Картина аналогична предыдущему пункту, за исключением большей эффективности поглощения применительно к диапазону UV-A.

3. Стекло для защитного щитка сварщика.

Эффективность поглотителя %:

UV-A: 99,79%

UV-B: 99,85%

UV-C: 99,94%

Чаще всего данный тип поглотителя используется во время электродуговой сварки, которая является источником сильного ультрафиолетового излучения. К примеру, интегральная интенсивность УФ-С излучения, на проводящего сварочные работы составляет 0,7...5 Вт/м², что в 700...5000 раз превышает нормативное значение 0,001 Вт/м². При таких видах работ спектральный коэффициент пропускания должен составлять тысячные доли процентов. Как можно видеть рассматриваемый поглотитель обладает крайней эффективностью и почти полностью поглощает излучение на всех 3-х диапазонах, но наиболее эффективно поглощаются UV-B и UV-C диапазоны.

4. Хлопчатобумажная ткань белого цвета.

Исходя из полученных результатов, видно, что хлопчатобумажная ткань хорошо задерживает ультрафиолет. *Наиболее очевидным применением будет использование данного материала в изготовлении штор, повседневной одежды, а также головных уборов особенно в летнее время года.*

Эффективность поглотителя %:

UV-A: 92,1%

UV-B: 90,57%

UV-C: 100%

Хлопчатобумажная ткань пропускает примерно 8-10% излучения диапазонов UV-A и UV-B, полностью поглощает излучение диапазона UV-C.

5. Ткань «Брезент».

Брезент – это тяжелая льняная ткань, которую изготавливают методом полотняного переплетения, обладает хорошими износостойкими качествами, а также лучшими показателями поглощения, чем хлопчатобумажная ткань.

Наиболее рациональное применение данной ткани – шитье спецодежды, палаток, изготовление тентов, а также защита груза, возможно, даже техники.

Эффективность поглотителя %:

UV-A: 98,07%

UV-B: 97,70%

UV-C: 98,9%

Данная ткань пропускает приблизительно 1-2% излучения на всех трех диапазонах, более эффективна чем хлопчатобумажная ткань.

Говоря о тонких пластиках, упомянутых ниже (п. 6-8), можно сказать об их применении в производстве и в медицине при работе с лазером для экранирования рабочих мест, также их используют как материал для светофильтров. Зачастую из данных материалов создаются очки для защиты

органов зрения от прямого попадания опилок, стружки и мусора в глаза. Они практичны, комфортны и применяются мастерами для выполнения многих работ: строительных, мебельных, плотницких, слесарных и т.д. А также, что самое главное, защищают органы зрения от УФИ при работе на солнце.

6. Тонкий пластик синего цвета.

Эффективность поглотителя %:

UV-A: 94,73%

UV-B: 90,68%

UV-C: 96,51%

Пластик синего цвета наиболее эффективно поглощает излучение на UV-A, UV-C диапазонах (пропускает 4-5%), оставляет 10% излучения диапазона UV-B.

7. Тонкий пластик красного цвета.

Эффективность поглотителя %:

UV-A: 64,91%

UV-B: 72,41%

UV-C: 86,82%

Пластик красного цвета лучше всего поглощает UV-C излучение (пропускает 13%), далее по эффективности UV-B (пропускает 28%), снижает интенсивность UV-A более чем в половину. Заметно менее эффективен чем пластик синего цвета.

8. Тонкий пластик белого цвета

Эффективность поглотителя %:

UV-A: 97,2%

UV-B: 94,02%

UV-C: 97,83%

Пластик белого цвета одинаково хорошо не пропускает UV-A, UV-C излучение (оставляет 3% интенсивности), и чуть менее эффективно

поглощает UV–В излучение (оставляет 6% интенсивности). По сравнению с рассмотренными типами пластика наиболее эффективен.

9. Плёнка автомобильная для тонирования.

Эффективность поглотителя %:

UV–А: 97,89%

UV–В: 95,63%

UV–С: 99,79%

Почти полностью поглощает UV–С диапазон, пропускает 2% диапазона UV–А и 4% UV–В диапазона.

2.1.5 Предположим, что сотрудник предприятия работает с данной лампой и около 50% смены подвергается воздействию УФ-излучения от неё. Какие из перечисленных материалов могли бы защитить работника, обеспечив предельные значения интенсивности облучения, установленные СН № 4557-88?

Ответ:

Рассмотрим таблицу допустимые значений облучения работающих:

Таблица – Допустимые значения облучения работающих

№ п/п	Наличие незащищённых участков кожи	Период облучения	Длительность пауз между облучениями	Общее время облучения	Допустимая интенсивность облучения, Вт/м ²		
					А-λ	В-λ	С-λ
1	не более 0,2 м ² (лицо, шея, кисти рук)	до 5 мин.	не менее 30 мин.	до 60 мин.	50	0,05	0,001
2	не более 0,2 м ² (лицо, шея, кисти рук)	свыше 5 мин.	-	50% рабочей смены	10	0,01	излучение не допускается
3	- (используется спец. одежда и средства защиты)	-	-	-	-	1	1

Обратим внимание на вторую строку таблицы, допустим наличие незащищённых участков кожи не более 0,2 м². В соответствии с измеренными значениями основную опасность несет УФ-В и УФ-С излучение, УФ-А даже без защитных мер не превышает допустимой нормы. Поглотители 4-10 могут обеспечить требуемую защиту от УФ-В излучения. Основная проблема состоит в полном устранении УФ-С излучения, исходя из

полученных замеров на это способна только хлопчатобумажная ткань, но скорее всего значение излучения мало настолько, что чувствительности измерительного прибора не хватает, чтобы его обнаружить, но оно не отсутствует полностью. Возможно использование более толстого слоя хлопчатобумажной ткани.

– Каким образом может быть организована работа сотрудника, чтобы увеличить допустимую интенсивность облучения? Появится ли в этом случае возможность использования ещё каких-нибудь материалов из рассмотренных ранее?

Чтобы увеличить допустимую интенсивность облучения следует использовать спец одежду и средства защиты. К примеру использование пластика разных цветов для экранирования источников излучения, что снизит интенсивность УФ-В и УФ-С излучение, вместе с этим также использовать спец одежду из хлопчатобумажной\брезентовой ткани.

Также для защиты используются экранирование рабочих мест ширмами, кабинами, щитами, которые окрашивают в светлые тона (серый, жёлтый, голубой), применяя цинковые и титановые белила для поглощения УФИ. Возможно использование защитных очков или головных приборов как в случае с каской сварщика.

2. Исследование поглощения ультрафиолетового излучения линзами солнцезащитных очков.

Аналогично предыдущему пункту, рассчитаем спектральный коэффициент пропускания $\tau(\lambda)$ по формуле (1).

Таблица 4

	Наименование линзы	Интенсивность УФИ, Вт/м ²		Спектральный коэффициент пропускания, $\tau(\lambda)$		Световой коэффициент пропускания, τ	Максимальное значение спектрального коэффициента пропускания, $\tau(\lambda)_{\max}$		Категория фильтра очков
		УФ-А	УФ-В	УФ-А	УФ-В		УФ-А	УФ-В	
11	№10 - Серая, градиент, пластик №1	0,013	0,002	0,023	0,023	0,181	0,181	0,018	2
12	№11 - Зелёная, зеркальная, пластик	0,002	0,002	0,003	0,021	0,092	0,046	0,009	3
13	№12 - Розовая, градиент, пластик	0,001	0,003	0,002	0,029	0,236	0,236	0,024	2
14	№13 - Серая, градиент, пластик №2	0,001	0,003	0,002	0,038	0,224	0,224	0,022	2

Рассчитаем значение светового коэффициента пропускания по следующей формуле, используя значения из таблицы 5:

$$\tau = \frac{E_{л,i}}{E_0}, \quad (3)$$

где τ – световой коэффициент пропускания,
 $E_{л,i}$ – освещённость поверхности с использованием i -ой линзы,
 E_0 – освещённость поверхности без линзы.

Таблица 5.

Освещенность		лк
Без поглотителя	415	
№10 - Серая, градиент, пластик №1	75	
№11 - Зелёная, зеркальная, пластик	38	
№12 - Розовая, градиент, пластик	98	
№13 - Серая, градиент, пластик №2	93	

Сделаем вывод о категории фильтра приведённой линзы, а также о степени его окраски и условиях, в которых рекомендовано использование данных очков. Воспользуемся ГОСТ Р 51831-2001 «Очки солнцезащитные. Общие технические требования», таблицей 5.

ГОСТ Р 51831-2001 Таблица 5

Категория фильтра солнца защитных очков	Степень окраски	Диапазон значений светового коэффициента пропускания τ_v , отн. ед. для диапазона длины волны от 380 до 780 нм	Наибольшее значение спектрального коэффициента пропускания $\tau(\lambda)$ в ультрафиолетовой области спектра для диапазона длины волны		Погодные условия для использования фильтра
			280 – 315 нм b	315 – 380 нм a	
0	Прозрачный	Св. 0,8	0,1 τ_v	τ_v	Пасмурная погода
1	Слабоокрашенный	Св. 0,4 до 0,8 включ.			Неактивное солнце
2	Среднеокрашенный	Св. 0,18 до 0,43 включ.			Солнечная погода
3	Тёмный	Св. 0,08 до 0,18 включ.		0,5 τ_v	Активное летнее солнце
4	Очень тёмный	Св. 0,03 до 0,08 включ.			Жаркие страны, высокогорье (где свет отражается от воды или снега)

Сопоставив значение светового коэффициента пропускания, имеем следующее:

1. №10 - Серая, градиент, пластик №1; Категория фильтра очков — 2; Степень окраса — среднеокрашенный; Погодные условия — неактивное солнце;

2. №11 - Зелёная, зеркальная, пластик; Категория фильтра очков — 3; Степень окраса — темный; Погодные условия — активное летнее солнце;

3. №12 - Розовая, градиент, пластик; Категория фильтра очков — 2; Степень окраса — среднеокрашенный; Погодные условия — неактивное солнце;

4. №13 - Серая, градиент, пластик №2; Категория фильтра очков — 2; Степень окраса — среднеокрашенный; Погодные условия — неактивное солнце;

Рассчитаем максимально допустимое значение спектрального коэффициента пропускания в соответствии с таблицей 5. Сравним полученное значение спектрального коэффициента пропускания с максимально допустимым значением.

1. №10 - Серая, градиент, пластик №1;
 - 1.1. УФ-А удовлетворяет ($0.002 < 0.181$).
 - 1.2. УФ-В НЕ удовлетворяет ($0.023 > 0.018$)
2. №11 - Зелёная, зеркальная, пластик;
 - 2.1. УФ-А удовлетворяет ($0.003 < 0.146$).
 - 2.2. УФ-В НЕ удовлетворяет ($0.021 > 0.009$)
3. №12 - Розовая, градиент, пластик;
 - 3.1. УФ-А удовлетворяет ($0.002 < 0.236$).
 - 3.2. УФ-В НЕ удовлетворяет ($0.029 > 0.024$)
4. №13 - Серая, градиент, пластик №2;
 - 4.1. УФ-А удовлетворяет ($0.002 < 0.224$).
 - 4.2. УФ-В НЕ удовлетворяет ($0.038 > 0.022$)

Сделаем вывод о соответствии тех или иных линз ГОСТ Р 51831-2001.

1. Серая, градиент, пластик №1;

Информация производителя: поглощение света очками составляет 85%, категория фильтра: 3.

Исходя из предыдущих расчетов, было выявлено, что категория фильтра данных очков 2. Рассчитаем коэффициент поглощения света α по следующей формуле:

$$\alpha = (1 - \tau) * 100\% = (1 - 0.181) * 100\% = 81.9\%$$

Серый принят одним из самых комфортных цветов для очков.

Результат: **НЕ УДОВЛЕТВОРЯЕТ** ГОСТу Р 51831-2001.

2. Зелёная, зеркальная, пластик. Информация производителя: 100% защита от УФ-излучения; подходит для: обычной носки, вождения и занятий спортом; поглощение света очками составляет 71%.

Исходя из предыдущих расчетов, было выявлено, что 100% защита от УФ-излучения не обеспечена. Рассчитаем коэффициент поглощения света α по следующей формуле:

$$\alpha = (1 - \tau) * 100\% = (1 - 0.092) * 100\% = 90.8\%$$

Зеленый цвет уменьшает яркость света, обеспечивает хороший контраст в условиях низкой освещенности.

Результат: **НЕ УДОВЛЕТВОРЯЕТ** ГОСТу Р 51831-2001.

3. Розовая, градиент, пластик;

Информация производителя: Информация производителя: UV-400.

Маркировка «UV-400», означает, что очки защищают от УФ-излучений с длиной волн до 400 нм. Исходя из предыдущих расчетов, было выявлено, что 100% защита не обеспечивается.

Розовый цвет искажает цвета, следовательно, доставляет дискомфорт и переутомление.

Результат: **НЕ УДОВЛЕТВОРЯЕТ** ГОСТу Р 51831-2001.

4. Серая, градиент, пластик №2;

Информация производителя: категория фильтра 3, коэффициент светового пропускания 0,08-0,18, подходят для яркого солнечного света, не предназначены для прямого взгляда на солнце.

Исходя из предыдущих расчетов, было выявлено, что категория фильтра данных очков 2. Коэффициент светового пропускания составил 0.224, что также противоречит информации производителя. Подходят для солнечной погоды, но не для яркого солнечного света (активного летнего солнца).

Серый принят одним из самых комфортных цветов для очков.

Результат: **НЕ УДОВЛЕТВОРЯЕТ** ГОСТу Р 51831-2001.

Большое количество источников УФ-излучения имеет техногенное происхождение: техногенные источники, имеющие температуру выше 2000 °С (некоторые металлургические печи и домы по выплавке высокотемпературных металлов и сплавов, лазерные установки, электрические дуги от сварочных работ, плазма, расплавленный металл, кварцевое стекло и т.п.), ртутные выпрямители; люминесцентные источники (лампы газоразрядные и ртутные), используемые в полиграфии, химическом и деревообрабатывающем производстве, сельском хозяйстве и других отраслях производства, а также в здравоохранении.

Чтобы обеспечить защиту для персонала, который находится в зоне УФ-излучения около 50% рабочей смены (см. табл. ниже) следует использовать материалы с высоким коэффициентом поглотителя UVC-излучения (2, 3, 4, 6, 9 и 10 материалы). Стоит также отметить, что не всегда возможно добиться полного непроникновения излучения. В таком случае необходимо использовать либо спец. одежду, либо сменить организацию трудовой деятельности в соответствии с первым пунктом таблицы ниже.

№ п/п	Наличие незащищённых участков кожи	Период облучения	Длительность пауз между облучениями	Общее время облучения	Допустимая интенсивность облучения, Вт/м ²		
					A-λ	B-λ	C-λ
1	не более 0,2 м ² (лицо, шея, кисти рук)	до 5 мин.	не менее 30 мин.	до 60 мин.	50	0,05	0,001
2	не более 0,2 м ² (лицо, шея, кисти рук)	свыше 5 мин.	-	50% рабочей смены	10	0,01	излучение не допускается
3	- (используется спец. одежда и средства защиты)	-	-	-	-	1	1