

НЕЛАЗЕРНОЕ ОПТИЧЕСКОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ В РАБОЧЕЙ СРЕДЕ

dr hab. inż. Agnieszka Wolska, prof. CIOP-PIB

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

(Центральный Институт Охраны Труда – Государственный Исследовательский Институт)

00-701 Warszawa, ul. Czerniakowska 16

Нелазерное оптическое излучение и его воздействие на организм человека

Оптическое излучение — это часть спектра электромагнитного излучения с длинами волн в диапазоне 100 нм – 1 мм. Оптическое излучение делится на ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение. В соответствии с польским стандартом PN-E: 01005:1990 Световая техника. Терминология различным диапазонам оптического излучения соответствует приведенные в таблице 1 диапазоны длины волн.

Таблица 1. Диапазоны оптического излучения.

Название диапазона излучения	Диапазон длины волн
Ультрафиолетовый (UV):	100 – 400 нм
4. Ближний ультрафиолетовый(UVA)	315 – 400 нм
5. Средний ультрафиолетовый (UVB)	280 – 315 нм
6. Дальний ультрафиолетовый (UVC)	100 – 280 нм
Видимый (VIS)	380 – 780 нм
Инфракрасный (IR):	780 нм – 1 мм
7. Ближний инфракрасный (IRA)	780 – 1400 нм
8. Средний инфракрасный (IRB)	1400 – 3000 нм
9. Дальний инфракрасный (IRC)	3000 нм – 1 мм

Нелазерное оптическое излучение обычно встречается в рабочей среде. Работники могут быть подвержены воздействию как излучению, испускаемому природными источниками (Солнце, небесный свет, луна и т. д.), так и искусственными. Среди искусственных

источников этого излучения есть много таких, излучение которых может представлять собой вред здоровью человека, а также много таких, которые, хотя излучают это излучение, их уровни излучения не представляют вреда здоровью работника. Каждый источник света, используемый для целей освещения, экранный монитор, индикатор или световой сигнализатор в устройствах и машинах, являются источниками оптического излучения, но, если они используются по назначению, они не представляют вреда для здоровья. Но так как, ряд технологических процессов требует использования специализированных источников оптического излучения высокой мощности или оптическое излучение во время этих процессов является побочным продуктом (например, сварка, металлургические печи), тогда они испускают излучение, которое может вызвать вредные последствия для здоровья работника.

Оптическое излучение является фактором окружающей среды, необходимым для нормального развития и деятельности человека. С его помощью мы видим окружающий нас мир, регулируется циркадный цикл, поддерживаются процессы заживления ран, лечения инфекций и метаболизма человека и выработки витамина D₃, а также способствует лечению депрессии, травм, ушибов и т. д. Отсюда определенное количество этого излучения имеет важное значение для здоровья человека. Однако избыточное количество этого излучения может вызвать последствия, вредные для здоровья человека, которые относятся к глазам и коже. Последствия чрезмерного воздействия оптического излучения зависят от спектрального диапазона излучения, уровня излучения, типа подвергаемой воздействию ткани, времени экспозиции и углового размера излучаемого источника, излучаемого в диапазоне 380-1400 Нм. В зависимости от длины волны оптическое излучение проникает в ткани кожи или в глазное яблоко на разную глубину и поглощается в различных ее частях.

Воздействие оптического излучения на ткани человека могут быть фотохимическими или тепловыми. Фотохимическое воздействие связано с химическими реакциями, происходящими на молекулярном уровне. Эти воздействия происходят при небольших уровнях плотности мощности излучения и имеют суммарный характер (т. е. эффекты серии экспозиции на излучение складываются). Тепловое воздействие заключается в нагревании ткани, подверженной воздействию излучения. При превышении подверженной области температуры 45°C происходит разрыв клеточных мембран и спекание тканей. Биологическое последствие теплового воздействия зависит от количества поглощенного излучения в течение одноразового воздействия, независимо от количества этих воздействий, повторяющихся в течение рабочей смены. Тип

присутствующей опасности и примеры вредных последствий для здоровья для отдельных диапазонов оптического излучения приведены в таблице 2.

Таблица 2. Примеры опасностей и последствий, вредных для отдельных диапазонов оптического излучения

Длина волны и диапазон излучения	Орган	Виды опасностей:	Примеры вредных последствий	
			острый	хронический
180÷400 нм (UVA, UVB и UVC)	глаз	Фотохимическая опасность для глаз от ультрафиолетового излучения UV	Кератит, конъюнктивит	Птеригиум, раковые опухоли, рак
	кожа	Фотохимическая опасность для кожи от ультрафиолетового излучения UV	Эритема, Ожоги фотодерматоз	Фотостарение, Пигментация, Фотоаллергия, Раковые опухоли Рак кожи (включая меланому)
315÷400 нм (UVA)	глаз	Фотохимическая опасность роговицы глаза от излучения UVA	-----	Фотохимическая катаракта
300÷700 нм (Синий свет) ²⁾	глаз	Фотохимическая опасность сетчатки глаза от синего света	воспаление сетчатки	дегенерации сетчатки и сосудистой оболочки
380÷1 400 нм (VIS и IRA)	глаз	Тепловая опасность сетчатки глаза VIS и IRA	ожоги, кровотечения сетчатки	дегенерации сетчатки и сосудистой оболочки
780÷3 000 нм (IRA и IRB)	глаз	Тепловая опасность для радужки и роговицы глаза IRA и IRB	ожог роговицы	инфракрасная катаракта, сухость роговицы, воспаление радужной оболочки и конъюнктивы
380 нм - 1 мм (VIS и IR)	кожа	Опасность термического воздействия на кожу	Покраснение, ожоги	Сухость и воспаление век

В число профессиональных заболеваний, которые могут возникнуть в результате воздействия оптического излучения, в Польше зачисляются:

- Острое воспаление конъюнктивы, вызванное ультрафиолетом

- Катаракта вызванная инфракрасным или долгосрочным ультрафиолетовым излучением
- Центральные дегенеративные изменения сетчатки и сосудистой системы, вызванные коротковолновым инфракрасным и видимым излучением из области синего спектра
- Профессиональные фотодерматозы (одновременное воздействие ультрафиолетовых и фотосенсибильных или фототоксических факторов, присутствующих в рабочей среде)
- Раковые заболевания кожи (без меланомы и с меланомой кожи).

Оптическое излучение в рабочей среде может исходить от электрических источников или технологических процессов. Электрические источники могут излучать ультрафиолетовые, видимые и инфракрасные излучения. К ним относятся:

- ультрафиолетовые излучатели (в диапазоне А, В и С) (люминесцентные или ртутные ультрафиолетовые UV-излучатели, ртутные излучатели, светодиоды LED UV),
- источники, излучающие только видимое излучение (лампы основной серии, люминесцентные лампы, светодиодные источники),
- источники, излучающие помимо видимого излучения ультрафиолетовое излучение (галогенные лампы, металлогалогенные лампы, ртутные лампы, ксеноновые лампы),
- инфракрасные излучатели (инфракрасные IR-лампы, керамические излучатели, фены, бигуди, утюги, скороварки, духовки).

Технологическими процессами, способными излучать оптическое излучение, в частности, являются электрическая и газовая сварка, резка плазменной дугой или кислородом, тепловая сварка, стекольные, металлургические, закалочные печи, плавка металлов и т. д. Важным природным источником оптического излучения является Солнце, излучение которого состоит из: 7% ультрафиолетового, 50% инфракрасного и 43% видимого излучения.

Оценка воздействия нелазерного оптического излучения

Везде, где идентифицированы источники искусственного оптического излучения, которые могут представлять потенциальный вред здоровью, необходимо провести тестирование уровня воздействия на работника. Уровень излучения является значением параметров, характеризующих оптическое излучение как фактор, вредный для здоровья в

рабочей среде, указанный в постановлении Министра Труда и Социальной Политики от 27 мая 2010 года о охране труда при работе, связанной с воздействием оптического излучения [Законодательный Вестник от 2010 № 100 пункт 643, единый текст Законодательный Вестник 2013, пункт 1619]. В то время как уровень воздействия в соответствии с определением, содержащимся в вышеупомянутом постановлении, является уровнем излучения после учета мер коллективной защиты, используемых для снижения воздействия на работника оптического излучения.

Критерии оценки опасности для здоровья оптическим излучением и значения максимального допустимого воздействия (МДВ) определены в постановлении Министра Труда и Социальной Политики от 12 июня 2018 года о максимально допустимых концентрациях и интенсивности факторов, вредных для здоровья в рабочей среде, Законодательный вестник 2018, пункт 1286. Если на рабочем месте возникают превышения значений максимальных допустимых воздействий (МДВ) для оптического излучения, то отмечается высокий профессиональный риск, связанный с уровнем воздействия, и должны быть предприняты немедленные меры по снижению этого риска. Для каждого из диапазонов оптического излучения определены критерии оценки опасности этого излучения. Критериальные величины и значения МДВ зависят от типа излучения, а также от типа и места (кожа, глаз) воздействия и более широко представлены в постановлении и профессиональной литературе.

Обязанности работодателя и работника, – ограничение воздействия нелазерного оптического излучения, правовые нормы.

В соответствии с положениями постановления Министра Труда и Социальной Политики от 27 мая 2010 года о охране труда при работе, связанной с воздействием оптического излучения [Законодательный Вестник от 2010 № 100 пункт 643, единый текст Законодательный Вестник 2013, пункт 1619] работодатель, среди прочего, идентифицирует источники излучения, которые могут представлять опасность на рабочем месте, а затем определяет уровень излучения на основе измерений соответствующих параметров излучения, выполненных на рабочем месте, или предоставленных изготовителем устройства, содержащих результаты измерений излучаемых уровней излучения, или вычислений соответствующих параметров излучения, возникающих на рабочем месте, если такие вычисления возможны.

Работодатель обязан устранять профессиональные риски, связанные с воздействием оптического излучения, или ограничивать их до минимально возможного уровня с учетом

имеющихся технических решений и научно-технического прогресса. При превышении значения МДВ работодатель обязан составить и воплотить в жизнь программу организационно-технических мероприятий, направленных на ограничение воздействия оптического излучения, состоящую из:

1. внедрения процессов или методов работы, ограничивающих профессиональные риски, связанные с оптическим излучением;
2. подбора оборудования, предназначенного для выполнения определенной работы, с минимально возможным воздействием оптического излучения;
3. снижения выбросов оптического излучения техническими средствами, в том числе с помощью, в случае необходимости, защитных устройств и других средств коллективной защиты (блокировок, корпусов, кожухов, экранов и т. д.);
4. технического обслуживания устройств, являющихся источником выброса оптического излучения и их оборудования, используемых защитных устройств и средств коллективной защиты, а также мест и рабочих мест;
5. проектирования рабочих мест и размещения рабочих мест таким образом, чтобы изолировать от источников излучения и ограничить одновременное воздействие оптического излучения, испускаемого несколькими источниками излучения;
6. снижения продолжительности и уровня воздействия;
7. обеспечения правильно подобранных средств индивидуальной защиты;
8. соблюдения инструкций производителей оборудования, в частности, в области безопасной эксплуатации, предотвращения вредных выбросов оптического излучения или чрезмерного его воздействия.

Работодатель обязан проводить тестирования и измерения оптического излучения. Они выполняются, если используются источники этого излучения, отличные от источников света, используемых для освещения помещений или рабочих мест, используемых в светильниках, предназначенных для них, и на соответствующем расстоянии от открытых частей тела. Таким образом, частота проведения тестирования нелазерного оптического излучения определяется в зависимости от кратности максимально допустимого воздействия (МДВ), которые выполняются:

- не реже одного раза в два года – если в ходе последнего тестирования и измерения был обнаружен уровень экспозиции выше 0,4 до 0,7 максимального значения допустимого воздействия (МДВ),

- не реже одного раза в год – если в ходе последнего тестирования и измерения был обнаружен уровень экспозиции выше 0,7 значения МДВ.

Если во время двух последних тестирований и измерений оптического излучения, выполненных с интервалом в два года, уровень воздействия не превышал 0,4 значения МДВ, работодатель может отказаться от выполнения измерений. О результатах тестирования оптического излучения работодатель обязан незамедлительно проинформировать работников.

Работники, работающие в условиях опасности нелазерного оптического излучения, подвергаются профилактическим медицинским обследованиям, диапазон и частота которых зависят от типа излучения (UV, VIS и IR). В случае, если работники выполняют работу в условиях превышения МДВ на оптическое излучение, а также в случае, когда в результате медицинских обследований выявлено заболевание или неблагоприятные для здоровья последствия, которые, по мнению врача, являются результатом воздействия оптического излучения на работе, врач, занимающийся здравоохранением персонала:

- уведомляет работников о результатах медицинских обследований и информирует о том, какие обследования они должны пройти после прекращения воздействия оптического облучения
- осуществляет периодический анализ результатов контроля здоровья работников, а также информирует работодателя о результатах этих анализов с учетом врачебной тайны.