

**АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ  
СРЕДСТВ СВЕТОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ**

**ASSET EFFECTIVENESS AND SECURITY  
ANALYSIS LIGHT EXPOSURE**

*Академик РАРАН М.В. Сильников, А.Ф. Кулакова, К.С. Кулаков, Д.Н. Захаров*

*АО «НПО Спецматериалов»*

*M.V. Silnikov, A.F. Kulakova, K.S. Kulakov, D.N. Zakharov*

Статья посвящена специфике и анализу использования светового оружия, обеспечению слепящего действия, эффективности и безопасности его применения. Приведены нормы безопасности использования гражданского светового оружия самообороны и светового оружия военного назначения. Рассмотрены виды светового оптико-электронного оружия самообороны — электрошоковых устройств светового воздействия или свето-электрошоковых устройств. В Российской Федерации (РФ) ослепляющие спецсредства приняты на вооружение МВД и выпускаются серийно. В статье приведен пример светового оружия самообороны — лазерное устройство «ПОТОК» производства АО «НПО Специальных материалов» и рассмотрена специфика его применения.

**Ключевые слова:** световое воздействие, световое оружие, лазерное излучение, слепящая яркость.

The article is devoted to the specifics of the use of light weapons, ensuring the blinding effect, efficiency and safety of their use. The safety standards for the use of civilian self-defense light weapons and military light weapons are given. The types of light optoelectronic self-defense weapons — electroshock devices of light exposure or light-electroshock devices—are considered. In the Russian Federation, blinding special means are adopted by the Ministry of Internal Affairs and are mass-produced. The article provides an example of a self-defense light weapon — a laser device «ПОТОК» produced by the «Special Materials Corporation» and considers the specifics of its use.

**Keywords:** light exposure, light weapons, laser radiation, blinding brightness.

В Советском Союзе в 1979–1982 годах были созданы военные экспериментальные ослепляющие самоходные комплексы «Стилет» и «Сангвин», а в 1992 году прошёл государственные испытания и был рекомендован к постановке на вооружение комплекс 1К17 «Сжатие» [1, 2].

В 1984 году в СССР был разработан и создан опытный образец космического «лазерного пистолета» [3], предназначенного в первую очередь для использования на орбитальных станци-

ях и противодействия оптическим системам разведывательных спутников.

Современный уровень развития науки и техники дает возможность создания портативных систем светового оружия тактического назначения. По предварительным оценкам, в различных видах современного боя оно будет способно вызывать временное ослепление на близких и дальних расстояниях.

Одним из основных направлений современных разработок лазерного оружия, предназначен-

ного для прямого уничтожения целей, являются крупные мобильные и стационарные системы наземного, морского и воздушного базирования.

Отдельно следует выделить путь создания лазерного оружия, основным предназначением которого является ослепляющее действие на органы зрения личного состава противника, а также на оптические системы наведения или распознавания вооружений и боевой техники, для поражения которых требуется гораздо меньше энергии, а также средства нелетального светового воздействия [4].

Действие ослепляющего лазерного оружия на живую силу противника достигается за счёт направленного пучка лазерного света красного или зелёного цвета, вызывающего временное ослепление и психологическое воздействие, приводящие к неспособности человека выполнять координированные (осознанные) действия, тем самым снижая его боеспособность и препятствуя его продвижению вперёд [5].

Яркий свет лазера, развёрнутый в линию и сканирующий по местности, создаёт эффект световой завесы, не позволяя снайперам противника вести прицельную стрельбу, а в ряде случаев и визуальное наблюдение через оптические приборы.

В соответствии с нормами по безопасности Международной электротехнической комиссии, мощность лазерного источника должна находиться между двумя пределами. Верхний предел ограничивает максимальную мощность воздействия, не приводящую к ожогам и необратимым последствиям для глаз ( $2,5 \text{ мВт/см}^2$ ), нижний предел (менее  $1 \text{ мВт/см}^2$ ) определяет мощность, достаточную для достижения временного ослепляющего воздействия [6].

Для защиты сетчатки глаза от поражения маломощными лазерами на малом расстоянии можно снабжать лазерные излучатели измерителями расстояния, автоматически снижающими мощность излучения или отключающими излучатель.

Слепящие лазеры (в США и Европе этот класс оружия носит название «dazzler») используются как оружие нелетального действия. Мобильная установка «dazzler» показана ниже на рис. 1 [7].

Помимо собственно уничтожения целей или ослепления, разрабатываются лазерные системы для других видов нелетального воздействия, а также для дистанционного разминирования (ZEUS-HLONS).

Одним из самых необычных образцов нелетального лазерного оружия является разработанный для армии США прототип акустической лазерной пушки [8], при работе которой два различных вида лазеров за счёт дистанционного создания облака плазмы могут оказывать световозмущающее воздействие на расстоянии в десятки километров.

Дополнительно, портативные лазеры могут использоваться для подачи сигналов предупреждения, бедствия, как средство обмена информацией, при ведении разведывательных операций, за счёт узконаправленного излучения на больших расстояниях.

Световое оружие самообороны подразделяется на пиротехническое и оптико-электронное.

В настоящей статье рассмотрены оптико-электронные виды светового оружия самообороны — электрошоковые устройства светового воздействия или свето-шокового.

По назначению световые электрошоковые устройства (СЭШУ) подразделяются на:

- средства самообороны;
- защитные электрошоковые устройства — средства защиты объектов (зданий, сооружений, помещений, объектов, расположенных в помещении, транспортных средств и т.п.) или территории от несанкционированного проникновения правонарушителей, а также средства отпугивания животных и птиц.

По конструктивному исполнению СЭШУ подразделяются на:

- фонарь (носимый, стационарный, перемещаемый, переносной и пр.);
- прожектор (стационарный, перемещаемый, переносной и пр.);



Рис. 1. Мобильная установка «dazzler»

– вспышка оптическая (носимая, стационарная, перемещаемая, переносная и пр.);

– совмещенное исполнение (в том числе с устройствами другого вида воздействия — электрошокового, шумового и т.п.), например, вспышка оптическая может быть выполнена в виде фонаря, прожектора или функционально их дополнять.

По источнику светового воздействия на:

– когерентные (лазерные);

– некогерентные (светодиодные, ламповые и т.п.).

По диаграмме направленности излучения на выходе СЭШУ:

– узконаправленные ( $5^\circ$  и менее);

– широкоугольные (более  $5^\circ$ ).

По виду воздействия:

– постоянным по частоте лазерным излучением;

– импульсным лазерным излучением;

– сканирующим излучением;

– стробоскопическим излучением;

– вспышкой.

По дальности действия СЭШУ подразделяются на:

– СЭШУ ближнего действия;

– СЭШУ среднего действия;

– СЭШУ дальнего действия.

По обеспечению электропитания:

– автономные;

– сетевые;

– комбинированные.

СЭШУ, выполненные в виде прожектора, подразделяются на:

– прожектора заливающего света;

– прожектора локального светового воздействия.

Лазерные изделия СЭШУ по ГОСТ 31581 в зависимости от генерируемого излучения подразделяются на три класса степени опасности:

– класс 1. Лазерные изделия безопасные при предполагаемых условиях эксплуатации;

– класс 2. Лазерные изделия, генерирующие видимое излучение в диапазоне длин волн от 400 до 700 нм. Защита глаз обеспечивается естественными реакциями, включая рефлекс мигания;

– класс 3А. Лазерные изделия безопасные для наблюдения незащищенным глазом. Для лазерных изделий, генерирующих излучение в диапазоне длин волн от 400 до 700 нм, защита обе-

спечивается естественными реакциями, включая рефлекс мигания. Для других длин волн опасность для незащищенного глаза, не более чем для класса 1.

Класс 3В. Непосредственно наблюдение таких лазерных изделий всегда опасно. Видимое рассеянное излучение обычно безопасно.

При нормировании света бытовых, производственных, уличных и т.п. осветительных устройств используют понятия прямой блескости, слепимости и ослепленности. Прямой блескостью световых устройств называют свойство световых приборов или светящихся поверхностей в прямом ходе лучей нарушать условия комфортного зрения, или ухудшать контрастную чувствительность, или оказывать одновременно оба эти действия. Слепимость или слепящее действием носит психологический характер, а ослепленность, как вторая стадия слепящего действия, носит как психологический, так и физиологический характер.

При разработке светового оружия самообороны задаются целью обеспечить временную ослепленность противника или правонарушителя, но при этом не превысить предельно допустимый уровень (ПДУ) световой экспозиции глаз за время рефлекторного смыкания век.

Светодиодные и ламповые СЭШУ всех видов обеспечивают моно- или полихромным некогерентным видимым светом II диапазона длин волн временную ослепленность биообъекта слепящей яркостью не менее  $30000 \text{ кд/м}^2$  (нит) [9], при этом энергетическая экспозиция зрачка глаза биообъекта длительностью 0,25 с (время рефлекторного смыкания век) не должна превышать максимально допустимую экспозицию (МДЭ) в соответствии с требованиями ГОСТ ИЕС/TR 60825-9.

Энергетическая экспозиция зрачка глаза одиночной оптической вспышкой [10] длительностью от 1,0 до 10,0 мс не должна превышать  $5 \cdot 10^{-2} \text{ Дж/см}^2$ .

Воздействие интенсивных световых вспышек приводит к значительному снижению остроты зрения, степень и длительность которого зависят от яркости фона адаптации.

Стробоскопический эффект искажает зрительное восприятие вращающихся, движущихся или сменяющихся объектов в мелькающем свете и возникает при совпадении кратности частотных характеристик движения объектов и из-

менения светового потока во времени. Стробоскопический эффект вызывает дезориентацию, нарушение периферийного и прямого зрения, появление кратковременного смятения и страха.

При использовании лазерных источников света с постоянным по частоте излучением, а также с импульсным излучением прямая блескость СЭШУ на уровне временной ослепленности обеспечивается энергетической плотностью лазерного излучения на зрачке глаза, не превышающей  $E_{\text{Эплдв}}$  или энергетической экспозицией  $H_{\text{Э}}$ , не превышающей  $H_{\text{Эплдв}}$  [11] за время:

– для СЭШУ с постоянным излучением направленного действия — за время рефлекторного смыкания век 0,25 с;

– для СЭШУ с постоянным излучением с переменной направленностью действия (сканирующие) или импульсным излучением — за время сканирования зрачка глаза или длительностью импульса (импульсов)  $t \leq 0,25$  с.

Наряду с энергетической экспозицией  $H_{\text{Эплдв}}$  и облученностью  $E_{\text{Эплдв}}$  нормируемыми параметрами являются также энергия  $W_{\text{Эплдв}}$  и мощность  $P_{\text{Эплдв}}$  излучения, прошедшего через указанную ограничивающую апертуру (зрачок глаза).

Указанные энергетические параметры связаны соотношениям:

$$H_{\text{Эплдв}} = \frac{W_{\text{Эплдв}}}{S_a},$$

$$E_{\text{Эплдв}} = \frac{P_{\text{Эплдв}}}{S_a},$$

где  $S_a$  — площадь ограничивающей апертуры (зрачка глаза).

Параметры  $H_{\text{Эплдв}}$ ,  $E_{\text{Эплдв}}$  и  $W_{\text{Эплдв}}$ ,  $P_{\text{Эплдв}}$  могут использоваться независимо в соответствии с решаемой задачей.

$H_{\text{Эплдв}}$ , рассчитывается в соответствии с требованиями таблицы 8.3 [3] приведенными ниже в табл. 1.

Из табл. 1 видно, что  $H_{\text{Эплдв}}$  для интервала волн  $380 < \lambda \text{ (нм)} \leq 600$  и  $600 < \lambda \text{ (нм)} \leq 750$  в интервале времени менее 1 с отличаются примерно в два раза.

В первом световом диапазоне используется, как правило, излучение зеленого света, во втором диапазоне — красного. Нужно заметить, что эффективность зрительного восприятия излучения разных длин волн зависит от видности (зрительного восприятия) излучения глазом.

Таблица 1

**Соотношения для определения  $H_{\text{Эплдв}}$ , при однократном действии на глаза коллимированного лазерного излучения в спектральном диапазоне II ( $380 < \lambda \leq 1400$  нм).  
Время действия меньше 1 с. Ограничивающая апертура (диаметр зрачка глаза) —  $7 \cdot 10^{-3}$  м**

Спектральный интервал, $\lambda$ , нм	Время действия, $t$ , с	Энергетическая экспозиция зрачка глаза, $H_{\text{Эплдв}}$ , Дж/м <sup>2</sup>
$380 < \lambda \leq 600$	$t \leq 2,3 \cdot 10^{-11}$	$2,6 \cdot 10^4 \cdot \sqrt[3]{t^2}$
	$2,3 \cdot 10^{-11} < t \leq 5,0 \cdot 10^{-5}$	$2,1 \cdot 10^{-3}$
	$5,0 \cdot 10^{-5} < t \leq 1,0$	$1,5 \cdot \sqrt[3]{t^2}$
$600 < \lambda \leq 750$	$t \leq 6,5 \cdot 10^{-11}$	$2,6 \cdot 10^4 \cdot \sqrt[3]{t^2}$
	$6,5 \cdot 10^{-11} < t \leq 5,0 \cdot 10^{-5}$	$4,2 \cdot 10^{-3}$
	$5,0 \cdot 10^{-5} < t \leq 1,0$	$3,1 \cdot \sqrt[3]{t^2}$
$750 < \lambda \leq 1000$	$t \leq 2,5 \cdot 10^{-10}$	$2,6 \cdot 10^4 \cdot \sqrt[3]{t^2}$
	$2,5 \cdot 10^{-10} < t \leq 5,0 \cdot 10^{-5}$	$1,0 \cdot 10^{-2}$
	$5,0 \cdot 10^{-5} < t \leq 1,0$	$7,8 \cdot \sqrt[3]{t^2}$
$1000 < \lambda \leq 1400$	$t \leq 10^{-9}$	$2,6 \cdot 10^4 \cdot \sqrt[3]{t^2}$
	$10^{-9} < t \leq 5,0 \cdot 10^{-5}$	$2,6 \cdot 10^{-2}$
	$5,0 \cdot 10^{-5} < t \leq 1,0$	$19,2 \cdot \sqrt[3]{t^2}$

На рис. 2 представлена кривая видности излучения видимого спектрального диапазона.

Из кривой видности видно, что зрительное восприятие зеленого света примерно в 10 раз выше чем красного. Причем в красном диапазоне излучение с длиной волны 630 нм относительно излучения с длиной волны 650 нм воспринимается глазом примерно в два раза сильнее. Другими словами, мощность лазерного излучения зеленого спектра может быть при одинаковом воздействии на органы зрения примерно в 10 раз ниже чем красного, а мощность излучения с длиной волны 630 нм в два раза ниже чем с длиной волны 650 нм.

При выборе источника лазерного излучения целесообразно сопоставить эффективность воздействия по кривой видности с предельно допустимыми уровнями излучения и выбрать оптимальный вариант мощности и эффективности воздействия. Например, в красном диапазоне источник с длиной волны 650 нм 50 МВт работает равноценно источнику с длиной волны 630 нм и мощностью 25 МВт. Выбор источника с длиной волны 630 нм и мощностью 25 МВт позволяет снизить безопасность устройства без снижения его эффективности.

Для лазерных СЭШУ при применении в ночное время суток, без дополнительной подсветки биообъекта для его обнаружения, диаметр ограничивающей апертуры (зрачка глаза) принимается равным 7 мм.

Лазерные СЭШУ в виде фонаря целесообразно оснащать дополнительной подсветкой для обнаружения цели в темноте.

Для лазерных СЭШУ, используемых на улице в дневное, утреннее и вечернее время суток, а

также при дополнительном освещении биообъекта для его обнаружения в ночное время суток, в освещенных помещениях и других освещенных зонах, диаметр ограничивающей апертуры (зрачка глаза) принимается равным 4 мм.

При наличии в конструкции СЭШУ дальномера, датчика света или экспонетра, и автоматического регулирования выходной мощности лазерного излучения диаметр зрачка глаза принимается равным 1,5–7 мм в зависимости от освещенности зоны применения и/или дальности до объекта.

На рис. 3 показана зависимость ПДУ коллимированного лазерного излучения от диаметра зрачка глаза в спектральном диапазоне  $380 < \lambda \text{ (нм)} \leq 600$ .

На рис. 4 показана зависимость ПДУ коллимированного лазерного излучения от диаметра зрачка глаза в спектральном диапазоне  $600 < \lambda \text{ (нм)} \leq 750$ .

Из графиков, представленных на рис. 2 и 3 видно, что учет диаметров зрачка в условиях разной освещенности позволяет максимально повысить эффективность светового воздействия при одновременном обеспечении его безопасности.

В соответствии с ГОСТ ИЕС/TR 60825-9-2013 диаметр зрачка  $d_{\text{зр}}$ , мм, глаза в зависимости от яркости фона наблюдения или другой засветки глаза  $L$ , кд/м<sup>2</sup>, может быть рассчитан по формуле:

$$d_{\text{зр}} = 1,29 \text{ мм} + \frac{6,62 \text{ мм}}{1 + \left[ \frac{L}{8,24 \text{ кд/м}^2} \right]^{0,32}}.$$

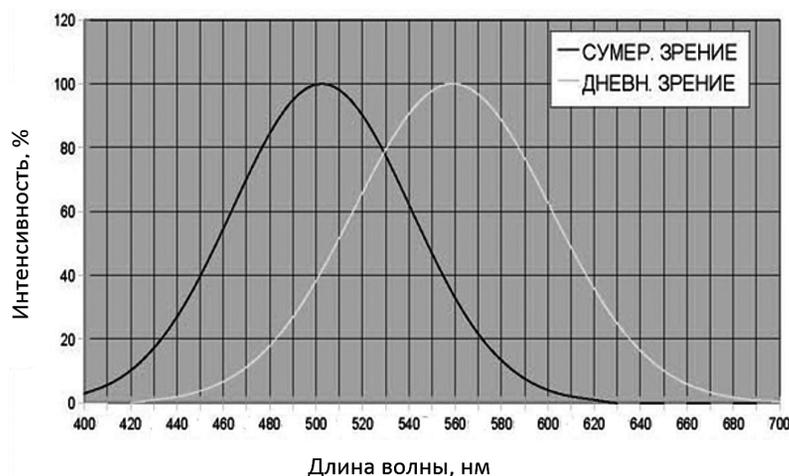


Рис. 2. Кривая видности для дневного и сумеречного зрения

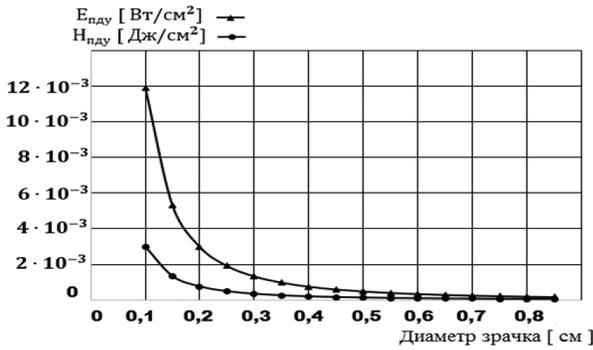


Рис. 3. Зависимость ПДУ от диаметра зрачка глаза в спектральном диапазоне  $380 < \lambda \text{ (нм)} \leq 600$

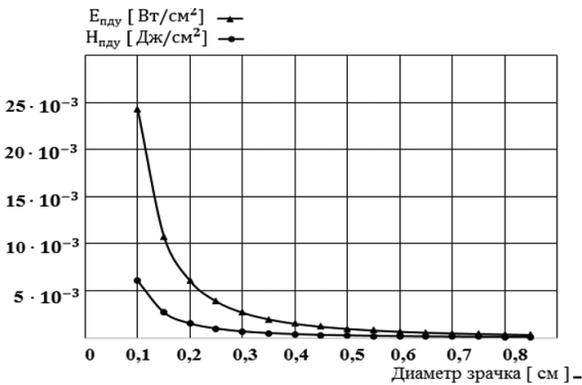


Рис. 4. Зависимость ПДУ от диаметра зрачка глаза в спектральном диапазоне  $600 < \lambda \text{ (нм)} \leq 750$

Зависимость диаметра зрачка глаза от яркости фона наблюдения показана на рис. 5.

Корректировка значений максимально допустимой экспозиции в диапазоне длин волн от 380 до 1400 нм и для времени  $> 0,5$  с в отношении к стандартному диаметру зрачка  $d_s$  производится в пропорциональной зависимости от площади зрачка:

$$E_{\text{МДЭ}}(d_{\text{зр}}) = E_{\text{МДЭ}}(d_s) \left[ \frac{d_s}{d_{\text{зр}}} \right]^2,$$

$$H_{\text{МДЭ}}(d_{\text{зр}}) = H_{\text{МДЭ}}(d_s) \left[ \frac{d_s}{d_{\text{зр}}} \right]^2,$$

$$L_{\text{МДЭ}}(d_{\text{зр}}) = L_{\text{МДЭ}}(d_s) \left[ \frac{d_s}{d_{\text{зр}}} \right]^2.$$

Примечание — В случаях, когда источник излучения используется при очень разных условиях освещения (например, в течение дня,

ночью и т.д.), будет наиболее безопасным рассчитывать безопасность излучения при 7 мм диаметре зрачка.

В нашем случае корректировка  $H_{\text{МДЭ}}(d_{\text{зр}})$  проводится с использованием значения предельно допустимой энергетической экспозиции  $H_{\text{МДЭ}}^{\text{Э}}_{\text{пду}}$  по ГОСТ 31581 (идентичной  $H_{\text{МДЭ}}^{\text{Э}}_{\text{пду}}$  по ГОСТ 60825-9), полученной по табл. 1 при  $d_s = 7 \cdot 10^{-3}$  м.

Специфика в разработке гражданского светового оружия самообороны заключается в обеспечении светового воздействия не только в темное время суток, когда происходит последующая темновая адаптация в течение примерно 40 минут, но в светлое время суток, в освещенной зоне или помещении. При световом воздействии «на свету» временная ослепленность нападающего или правонарушителя обеспечивается вуалирующей яркостью внутри глаза, которая представляет собой внутреннее отражение глазными средами попавшего в глаз света и создания световой пелены или завесы внутри глаза. Следствием световой пелены является временная ослепленность нападающего и его дезориентация.

Последующая адаптация глаза после светового воздействия «на свету» к свету с пониженной яркостью сопровождается увеличением диаметра зрачка глаза, что характерно для темновой адаптации глаза, и что позволяет надеяться на увеличение времени адаптации по сравнению со временем световой адаптации длительностью в несколько минут при переходе из темноты на свет.

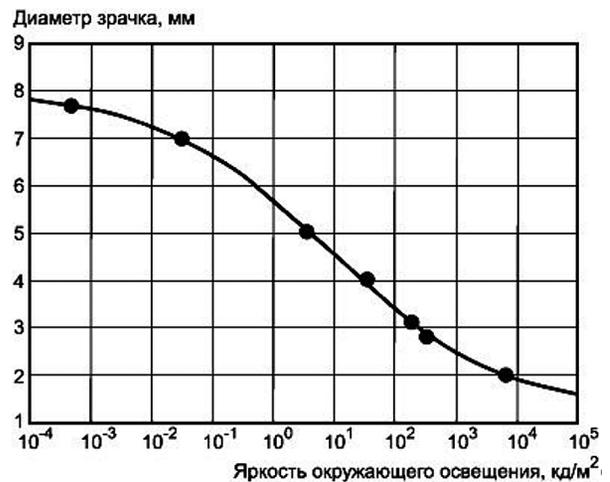


Рис. 5. Зависимость диаметра зрачка глаза от яркости наблюдаемого поля

Оптическая система глаза человека свободно пропускает и фокусирует на сетчатке излучение видимого (длина волны 390–780 нм) диапазона спектра. Даже, чтобы разрушить сетчатку, а тем более, чтобы временно ослепить требуются весьма незначительные плотности энергии лазерного излучения этих диапазонов спектра.

Для обеспечения возникновения световой пелены важна освещенность фона наблюдения. Для обеспечения одинакового светового воздействия с последующей временной ослепленностью существует зависимость — чем выше освещенность фона, тем выше должна быть яркость источника света.

При высокой освещенности фона зрачок глаза сужается до минимальных размеров  $\varnothing 1\text{--}1,5$  мм, а автоматическое повышение яркости или мощности светового оружия обеспечивает максимальный предельно допустимый уровень световой экспозиции глаза и максимальную эффективность воздействия.

Уровни слепящей яркости для различных уровней освещенности фона или уровней адаптации [12] приведены в табл. 2.

В Российской Федерации ослепляющие спецсредства приняты на вооружение МВД и выпускаются серийно. Примером является изделие «ПОТОК» производства АО «НПО Специальных материалов».

АО «НПО Специальных материалов» имеет многолетний опыт в разработке лазерных СЭШУ. На способ защиты от нападения и принципиальные схемы автономных лазерных защитных устройств для его осуществления типа «ПОТОК» получено четыре патента [13–16]. СЭШУ «ПОТОК» полностью отечественная разработка, включая научно-техническое сопровождение, конструирование и изготовление.

В настоящее время выпускается малогабаритное лазерное-устройство «ПОТОК», формирующее в зоне воздействия лазерную марку в виде узкой полосы оптимальной длины, распо-

лагаемой при воздействии горизонтально. Площадь лазерной марки обеспечивает облученность зоны светового воздействия, не превышающую  $E_{\text{э,плд}}$ .

Размеры световой полосы в зоне воздействия облегчают наведение на цель, а ручное удержание устройства позволяет в течении 1 с и менее отсканировать органы зрения объекта по высоте, и таким образом оперативно произвести световое воздействие и обеспечить дезориентацию правонарушителя.

На расстоянии до объекта 2–3 м при однократном ручном сканировании световой полосой зоны воздействия в пределах 0,5 м по высоте за время примерно равное 1 с и диаметре зрачка 7 мм время экспозиции глаза будет составлять примерно 0,014 секунды. При трехкратном сканировании в течение 0,25 с (времени рефлекторного смыкания век) суммарное время световой экспозиции глаз не превысит 0,05 с. Таким образом, представленная методика использования значительно снижает опасность воздействия устройства за счет снижения энергетической экспозиции глаз  $H_3$ , определяемой по формуле

$$H_3 = \int_0^t E_3(t) dt, \quad (7)$$

где  $E_3$  — энергетическая облученность, Вт/м<sup>2</sup>;  
 $t$  — время экспозиции, с.

Внешний вид лазерного устройства «ПОТОК» показан на рис. 6.

В заключении можно сказать, что разработка светового оружия, в том числе гражданского оружия самообороны, проводится на базе разнообразных источников света и в настоящее время является актуальной задачей во всем мире. Световое оружие постоянно совершенствуется, появляются новые конструктивно-технические решения, расширяется область применения.

Для лазерных СЭШУ использование зависимости ПДУ коллимированного лазерного излучения от времени экспозиции цели, диаметра

Таблица 2

**Уровни слепящей яркости для различных уровней адаптации**

Яркость поля адаптации, кд/м <sup>2</sup>	Уровень слепящей яркости, кд/м <sup>2</sup>	Яркость поля адаптации, кд/м <sup>2</sup>	Уровень слепящей яркости, кд/м <sup>2</sup>
$3,2 \cdot 10^{-6}$	$6,4 \cdot 10$	$3,2 \cdot 10$	$1,11 \cdot 10^4$
$3,2 \cdot 10^{-3}$	$5,9 \cdot 10^2$	$3,2 \cdot 10^3$	$4,62 \cdot 10^4$
$3,2 \cdot 10^{-1}$	$2,18 \cdot 10^3$	$15,9 \cdot 10^4$	$15,9 \cdot 10^4$



Рис. 6. Внешний вид лазерного устройства «ПОТОК»

зрачка глаза, а последнего от яркости фоновой засветки позволяет значительно повысить эффективность светового воздействия СЭШУ при одновременном обеспечении его безопасности.

Использование последних научно-технических достижений дает возможность обеспечения эргономичных масса-габаритных характеристик СЭШУ, комбинировать СЭШУ с оружием других видов воздействия, вспомогательными приспособлениями и проводить постоянное усовершенствование как самих устройств, так и методик их использования.

### Литература

1. Велихов Е.П., Сардеев Р.З., Кокошин А.А. / Космическое оружие: дилемма безопасности. — Москва: МИР. 1986. 182 с.

2. Митрофанов А. Лазерное оружие: сухопутные войска и ПВО. Часть 3. Сайт «Военное обозрение» Вооружение [электронный ресурс] URL: <https://topwar.ru/155508-lazernoe-oruzhie-suhoputnye-vojska-i-pvo-chast-3.html> (дата обращения 03.03.2021).

3. Коц А. Картечь, мачете, лазер: какое оружие космонавты брали с собой на орбиту. — Москва, 12 апреля, 2017 года РИА Новости. URL: <https://ria.ru/20170412/1492083783.html> (дата обращения 07.03.2021).

4. Буренок В.М. Оружие нелетального действия — составная часть системы вооружения будущего / В.М. Буренок, В.Ю. Корчак, С.С. Смирнов // Вестник Академии военных наук. 2007. № 4 (21). С. 117–127.

5. Юферев С. Оружие под запретом. Часть 7. Ослепляющее лазерное оружие [электронный ресурс] // Сетевое издание «Военное обозрение». 30 декабря 2014 года. URL: <https://topwar.ru/65859-oruzhie-pod-zapretom-chast-7->

[osleplyayuschee-lazernoe-oruzhie.html](https://topwar.ru/65859-oruzhie-pod-zapretom-chast-7-osleplyayuschee-lazernoe-oruzhie.html) (дата обращения 15.03.2021).

6. IEC 60825 Безопасность лазерных продуктов. Список стандартов Международной электротехнической комиссии [электронный ресурс] // студенческая библиотека онлайн URL: [https://ru.qaz.wiki/wiki/List\\_of\\_International\\_Electrotechnical\\_Commission\\_standards](https://ru.qaz.wiki/wiki/List_of_International_Electrotechnical_Commission_standards) (дата обращения 15.03.2021).

7. Jeff Hect / DIODE-PUMPED SOLID-STATE LASERS: Laser dazzlers are deployed [Электронный ресурс] // журнал Laser Focus World Mar 1 st, 2012. URL: <https://www.laserfocusworld.com/lasers-sources/article/16549661/diodepumped-solidstate-lasers-laser-dazzlers-are-deployed> (дата обращения 16.03.2021).

8. Работу акустической лазерной пушки показали на видео [электронный ресурс] // РИА Новости. URL: <https://ria.ru/20180325/1517207813.html>

9. Меры ограничения слепящего действия и отраженной блескости в Европейских нормах EN 1246-1: 2011.

10. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 22 октября 2008 года № 584н (Приложение 1) «Об утверждении норм допустимого воздействия на человека поражающих факторов гражданского оружия самообороны».

11. СанПиН 2.2.4.3359-16 Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах.

12. Душков Б.А., Королев А.В., Смирнов Б.А. Основы инженерной психологии. Учебник для студентов вузов. — М.: Академический Проект; Екатеринбург: Деловая книга. 2002. 576 с.

13. Способ защиты от нападения и автономное лазерное защитное устройство для его осуществления [текст]: пат. 2197008 Рос. Федерация: МПК G02B27/48 F21K7/00 F41B15.

14. Автономное лазерное защитное устройство и способ его применения для защиты от нападения [текст]: пат. 2197009 Рос. Федерация: МПК G02B27/48 F21K7/00 F41B15/00.

15. Портативное лазерное защитное устройство [текст]: пат. 2197010 Рос. Федерация: МПК G02B27/48 F21K7/00 F41B15/00.

16. Лазерное ручное защитное устройство [текст]: пат. 2207608 Рос. Федерация: МПК G02B27/48 F21K7/00 F41B15/00.