

**УДК 355**

**Мирошниченко Артём Иванович**, Старший лейтенант, ФГКУ «ГНИИМЦ ПВ», научный сотрудник, г. Москва

**Зинатуллин Рамиль Маратович**, Подполковник, ФГКУ «ГНИИМЦ ПВ», начальник отдела, г. Москва

**Ухов Максим Алексеевич**, Старший лейтенант, ФГКУ «ГНИИМЦ ПВ», инженер-испытатель г. Москва

## **ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ СОЗДАНИЯ И РАЗВИТИЯ БОЕВЫХ ЛАЗЕРНЫХ КОМПЛЕКСОВ В СССР И РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Аннотация:** В статье представлен краткий анализ создания и развития боевых лазерных комплексов в СССР и Российской Федерации. Выявлены общие характерные конструкционные проблемы лазерных комплексов, а также общие недостатки при их применении.

**Abstract:** This article provides a brief analysis of the creation and development of combat laser systems in the USSR and the Russian Federation. It identifies common structural issues of laser systems, as well as general shortcomings in their application.

**Ключевые слова:** лазерный комплекс, лазерные лучи, источник энергии, длина волны, НПО «Астрофизика».

**Keywords:** laser system, laser beams, energy source, wavelength, NPO "Astrophysics."

Вся история человечества – череда войн и конфликтов. И в данных противостояниях победу одерживала та сторона, которая, помимо превосходства в силе, оказывалась и более технически развита.

После создания и боевого применения первой атомной бомбы ведущие страны мира приступили к активному изучению оружия, основанного на новых физических принципах. К такому оружию относится и лазерное.

Лазер (оптический квантовый генератор) – это источник когерентного электромагнитного излучения высокой направленности, способный осуществлять предельно возможную концентрацию энергии излучения в пространстве, времени и спектральном диапазоне. Для работы лазера необходимы три основных элемента: активная среда, приведённая в неравновесное состояние внешним источником энергии, сам источник внешней энергии и резонатор. [1]

В результате направленного излучения фотонов света на выходе образуется узконаправленный монохроматический луч света при должных энергии и продолжительности времени воздействия способный привести к повреждению или уничтожению объекта воздействия. Эти особенности открывают широкие возможности для применения лазера в качестве оружия.

В нашей стране подобные разработки начались вестись еще в 60-х годах прошлого века.

Так в 1962 г. ОКБ «Вымпел» приступил к разработке идеи создания лазерного локатора для точного определения координат воздушных и, при необходимости, иных целей, и уже в сентябре 1963 г. Военно-промышленная комиссия одобрила проект по созданию опытного образца такого локатора под обозначением ЛЭ-1. [2]

Одновременно с этим группа ученых в составе: Басова Н.Г., Царевского Е.Н., Харитона Ю.Б. и Кисунько Г.В. направила письмо к руководству страны, в котором были изложены потенциальные возможности использования лазерных установок для целей и задач в области противоракетной обороны.

В результате этого, в 1964 г. Правительство СССР приступило к началу реализации программы «Терра», целью которой было создание лазерного комплекса противоракетной обороны, способного поражать боевые блоки баллистических ракет. Вместе с ним стартовал и проект «Омега», «младший брат» программы «Терра», суть которого: создание лазерной системы

противовоздушной обороны. После этого работы по созданию локатора ЛЭ-1 и программу «Терра» объединили. [3, 4]

В 1965 г., почти сразу же после начала работ, в программу «Терра» были включены исследования в области взрывных фотодиссоционных лазеров (далее - ВФДЛ), работающих на принципах сочетания оптической накачки большой мощности и энергии фронта ударной волны в ксеноне.

Параллельно с разработкой ФДЛ коллектив конструкторов из Физического института им. П.Н. Лебедева (далее - ФИАН) для решения проблемы большого рассеивания излучения ВФДЛ предложил спроектировать двухкаскадный лазер с несколькими компонентами, использующий эффект, т.н. вынужденного комбинационного рассеивания (далее – ВРК). Данные разработки после проведения стендовых испытаний предполагалось также использовать в программе «Терра».

К 1969 г., для обеспечения нужд программы «Терра», на полигоне Сары-Шаган, расположенном в Казахской ССР к северо-западу от озера Балхаш, приступили к строительству научно-экспериментального комплекса (далее – НЭК) «Терра-3». На этапе проектирования и первых этапах строительства предполагалось оснастить НЭК «Терра-3» ВФДЛ. Однако во время испытания первых образцов специалистами Всесоюзного научно-исследовательского института экспериментальной физики (далее - ВНИИЭФ), Государственного оптического института (далее - ГОИ) и ФИАН стало понятно, что, не смотря на простоту конструкции и мощный поток энергии до 1МДж, взрыв, обеспечивающий накачку активной среды, разрушал конструкцию, что с учетом высокой стоимости экспериментальных образцов делало их дальнейшее применение в программе «Терра» нецелесообразным. [2]

Для устранения этой проблемы во ВНИИЭФ приступили к созданию альтернативной системы – так называемых взрывомагнитных генераторов. Это устройства, преобразующие энергию взрыва в короткий и мощный электрический импульс. ВФДЛ с таким генератором был дешевле

предыдущих образцов и, самое главное, излучатель не уничтожался при работе.

В 1973 г. началось строительство опытного локатора ЭЛ-1 и специального телескопа ТГ-1 (рисунок 1), разработанного Ленинградским оптико-механическим объединением им В.И. Ленина (далее - ЛОМО) для совместной работы с локатором. На этапе разработки и реализации первых опытных образцов проект локатора столкнулся с заметными трудностями. Расчётная мощность лазерного обнаружения должна была составлять не менее 1 кВт, но все имеющиеся изделия выдавали гораздо меньше энергии, чем было необходимо. В итоге инженеры прибегли к оригинальному альтернативному решению, вместо одного изделия была построена «батарея» из 196 лазеров, расположенных квадратом 14 на 14 лазеров, с энергией в 1 Дж каждый, работающих поочередно.



Рисунок 1. Телескоп ТГ-1

Таким образом на полигоне Сары-Шаган к середине семидесятых годов была подготовлена и материальная база, и необходимые образцы для практических испытаний: оптический квантовый взрывомагнитный генератор, локатор ЭЛ-1 со средней мощностью излучения 2 кВт, специальный телескоп ТГ-1. Во время совместной работы комплекс из локатора и телескопа позволял обнаруживать, распознавать и сопровождать самолет на дистанциях до 100 км. Впоследствии, целями для этого комплекса стали баллистические ракеты и космические аппараты. Дальность обнаружения и сопровождения такого типа целей составляла до 400 км,

точность определения координат достигала нескольких угловых секунд, ошибка определения координат по дальности менее 10 метров.

В 1974 г., в присутствии Министра обороны СССР маршала Гречко Андрея Антоновича, было проведено испытание боевого лазера. В ходе проведения стрельб лазерный луч из оптического квантового генератора попал в пятикопеечную монету. Результат проведенных стрельб был более чем удовлетворительный, поэтому работы в этом направлении были продолжены. Так, на основе экспериментальной лазерной установки была создана более мощная установка с индексом 5Н76. Ее характеристики до сих пор держатся в секрете.

Как видно, уже к середине 70х годов прошлого века в СССР был разработан и успешно испытан лазерный комплекс, способный находить, распознавать, сопровождать и уничтожать цели. В последующем разработки и их практическая реализация в данном направлении были продолжены и проводились вплоть до 1991 года, до момента распада СССР.

Так, в 1984 году, по предложению маршала Устинова Д.Ф. для обнаружения и сопровождения космического шаттла США было решено задействовать лазерный локатор ЭЛ-1. 10 октября 1984 года, во время прохождения над районом полигона Сары-Шаган, на высоте в 365 километров был обнаружен космический челнок США «Челленджер». Однако произвести незаметное обнаружение и сопровождение цели не вышло. Несмотря даже на то, что лазер работал в режиме минимальной мощности излучения, на челноке отключилась связь, начались проблемы в работе бортового электрооборудования, а сами астронавты почувствовали резкое недомогание и повышенную усталость. Американская сторона довольно быстро поняла в чем причина такого аномального функционирования систем космического шаттла и выразила официальную ноту протеста СССР.

Безусловно, такой крупный успех в применении лазерного локатора для обнаружения, а в перспективе и для подавления (уничтожения), космических целей обнадеживал и подтверждал перспективность данных

исследований, однако международные соглашения СССР и США, направленные на реализацию политики «разрядки», совместные договоры по сокращению наступательных вооружений и не размещению оружия в космосе, не позволили советским ученым довести разработки лазерного оружия в этом направлении до появления серийных образцов. К сожалению, проект «Терра» был не единственным, развитие которого остановилось с распадом СССР.

Так, в Советском Союзе разрабатывался проект боевых орбитальных платформ «Скиф» и «Каскад».

Толчком к началу исследований в данном направлении послужила программа американского президента Рональда Рейгана «Стратегическая оборонная инициатива» (далее – СОИ), известная в средствах массовой информации под названием: программа «Звёздные войны».

Согласно официально озвученным пунктам данной программы предполагалось выведение на орбиту боевых спутников, способных поражать объекты, находящиеся не только в воздушном пространстве, но также цели водного и наземного типа.

Для противодействия планам США, в СССР решили разработать боевые спутники, вооруженные лазером, способные на орбите сбивать американские космические объекты.

Разработку данных комплексов руководство СССР поручило конструкторскому бюро «Салют».

Будущую космическую боевую платформу предполагалось оснастить газодинамическим лазером мощностью в 100 КВт. Для испытаний данного лазера была разработана воздушная лаборатория на базе тяжелого транспортного самолета Ил-76. Данный воздушный комплекс получил индекс А-60 (рисунок 2).



Рисунок 2. Самолет Ил-76 в модификации воздушной лаборатории А-60

В модификации самолета как воздушной лаборатории в носовой части самолета, где изначально находился метеорадар, был установлен цилиндрический обтекатель, внутри которого находился лазер наведения. В верхней части этого обтекателя находились большие створки, за которыми помещался боевой лазер. Однако энергии, выделяемой штатными силовыми установками Ил-76 не хватало для полноценного функционирования лазерной установки. Для решения данной проблемы, по бокам фюзеляжа расположили два дополнительных турбогенератора АИ-24ВТ мощностью 2,1 МВт, которые давали энергию для полноценной работы лазера. В ходе летных испытаний в конце 1983 года, летающая лаборатория А-60 успешно поразила лазерной установкой макеты летательных аппаратов.

Спустя четыре года после официального начала американской программы СОИ, ученые и инженеры КБ «Салют» вывели на практические испытания космический аппарат «Скиф».

Однако к этому моменту между СССР и США были подписаны договоры, ограничивающие разработку и испытания лазерного оружия, в следствии чего 15 мая 1987 года на испытаниях космический аппарат «Скиф» был выведен без вооружения (в варианте «Скиф-ДМ»). Согласно программе испытаний, на заданной высоте «Скиф-ДМ» должен был отделиться от ракеты-носителя «Энергия» и занять заданную околоземную орбиту, условно выйдя в боевое положение. На первых этапах испытания все шло согласно плана. На высоте в 110 километров космический аппарат отделился от «Энергии», однако из-за ошибки в программировании вместо включения двигателей и последующего выхода на заданную орбиту, он дважды перевернулся и упал в Тихий океан. Печальная судьба постигла и летающую

лабораторию, разработанную для испытания боевого лазера. В 1989 году, на аэродроме базирования «Чкаловский», из-за ошибки техников, самолет сгорел.

После неудачного испытания станции «Скиф-МД», а также в силу подписанных между СССР и США договоров, дальнейшие разработки в этой области свернули.

Однако не были свернуты разработки в вопросе размещения лазерного оружия на воздушном судне. Так, 29 августа 1991 года, через два года после пожара и уничтожения первой летающей лаборатории, в воздух была поднята вторая летающая лаборатория А-60, на борту которого размещался модифицированный вариант лазерного комплекса. Работы по изучению, модернизации и испытаниям данного типа оружия ведутся до сих пор, но результаты этих исследований скрыты от широкой публики.

Однако в Советском Союзе велись разработки не только по применению лазерного оружия в качестве борьбы с воздушными или космическими целями. Широкое внимание уделялось применению лазерных комплексов и в военно-морском флоте.

Размещение боевого лазера на корабле представляет удобство в том, что энергетическая система корабля без существенных доработок может предоставить гораздо больше энергии для накачки лазера, чем при размещении его на воздушном судне. Так же это влечет за собой увеличение мощности и скорострельности лазерного комплекса. Однако первая лазерная установка морского базирования все же изначально предполагалась для размещения в космосе, а корабль должен был стать лишь опытной платформой для реализации концепции мобильного боевого лазера и отработки процесса стрельбы. И лишь в будущей перспективе, по инициативе адмирала флота Горшкова С.Г., предполагалось оснастить боевые корабли лазерами. [3][5]

Однако концепция размещения опытного лазерного комплекса на платформе морского базирования удовлетворяла и требованиям ученым, и

требованиям моряков, поэтому после теоретического обоснования и расчётов руководство СССР приступило к реализации данного плана.

Так, в 1978 году в Советском Союзе начали реализацию программы «Айдар». Согласно данному плану предполагалось усовершенствовать сухогруз вспомогательного флота «Диксон» (рисунок 3) и разместить на его борту лазерную установку с мощностью излучения в 50 КВт.

Согласно плана модернизации, «Диксон» в начале 1978 года прибыл на судостроительный завод в Ленинграде. Здесь, в течение год его, под руководством ученых и инженеров из КБ «Невское» следовало подготовить к установке и установить на борт боевой лазер. Работа предстояла большая. Для обеспечения потребностей лазерной установки на корабль было необходимо установить порядка 400 баллонов со сжатым воздухом, для чего пришлось полностью разобрать обшивку корабля с двух сторон. [5]

Для обеспечения постоянной, безопасной вытяжки скапливающегося водорода пришлось модернизировать всю вентиляцию корабля. Для бесперебойной работы лазерной установки было принято решение смонтировать три дополнительные дизельные турбины от самолета Ту-154.

Наконец, к 1979 году на «Диксон» была смонтирована лазерная установка, разработанная на Калужском турбинном заводе, и к концу этого же года «Диксон» завершил переход в Черное море, в Феодосию, где на судостроительном заводе им. Орджоникидзе закончили окончательно монтаж систем управления.



Рисунок 3. «Диксон» после монтажа лазерной установки

Летом 1980 года «Диксон» вышел в море для проведения первых стрельб. Для этого на берегу, в удалении 4 км от корабля, расположили мишень вместе со специальными тепловыми датчиками и аппаратурой фиксации. Мишень была поражена с первого раза, однако серьезных повреждений не получила.

Как выяснилось, на этапе разработки проекта и подготовки лазера к стрельбе, не был учтен факт того, что атмосферная влага (особенно испарения от поверхности моря) выступит своеобразным тепловым барьером, в следствии чего до цели дошло лишь 5% процентов от первоначальной энергии, выпущенной лазером.

Однако не смотря на столь низкий КПД выстрела, испытания были признаны успешными, поскольку данный проект разрабатывался в первую очередь для использования в космическом пространстве, где атмосферная влага отсутствует.

Для применения подобного лазерного комплекса в военно-морском флоте, ученые и инженеры решили при стрельбе использовать два луча. Суть идеи заключалась в добавлении к боевому лучу – луч просветления. Принцип их совместного применения был следующий: после наведения на цель лазерная установка стреляла по цели лучом с малой долей энергии, задача которого заключалась в нейтрализации атмосферной влаги над морем: атмосферная влага нагревалась и испарялась от воздействия первого луча. Таким образом, первый луч как бы пробивал «воздушный коридор» для последующего луча, убирая с его пути препятствие. Сразу после первого выстрела, пока атмосферная влага не успела заполнить этот «своеобразный коридор», следовал второй, который и поражал цель.

Благодаря такому принципу применения при повторных испытаниях по воздушным движущимся целям с дистанции в 400 метров была серьезно поражена обшивка самолёта.

Испытания боевого лазера, смонтированного на «Диксоне», продолжались до 1985 г. и, хотя они были признаны успешными, дальнейшие

разработки были остановлены в связи с тем, что конструкторы понимали: в ближайшие 20-30 лет вывести подобную установку на орбиту, в первую очередь для чего и служили эти испытания, невозможно. С распадом Советского Союза проект был полностью закрыт.

Разработки по созданию боевых лазеров велись и для Сухопутных войск. В связи с тем, что размеры мобильных платформ ограничены и не позволяют разместить на них достаточно энергоемкие источники питания для физического уничтожения объектов, в НПО «Астрофизика», которому было поручено разработать данный комплекс, было принято решение о проектировании лазерной установки, мощность которой позволяла воздействовать на оптико-электронные системы наведения, уничтожая их светочувствительные элементы. Данное конструктивное решение полностью удовлетворило требования военного руководства СССР.

Так, уже к 1982 г. на вооружение Советской армии был принят первый самоходный лазерный комплекс 1К11 «Стилет» (рисунок 4). [6]



Рисунок 4. Самоходный лазерный комплекс 1К11 «Стилет»

Целями для его поражения должны были стать приборы наведения бронированной техники и низколетящих воздушных целей. Для обнаружения потенциальных целей комплексу выделялись средства радиолокационной разведки. После обнаружения цели, уже сам комплекс 1К11 проводил ее лазерное зондирование на малых мощностях для определения светочувствительных элементов, после чего поражал их мощным лазерным

импульсом. Дальность возможного поражения электроники составляла до 7 километров.

Однако, не смотря на успешные испытания и принятие на вооружение, комплекс 1К11 обладал существенным недостатком: боевой лазер был одноканальным и однодиапазонным. В случае вскрытия противником частоты излучения, которой производится поражение оптических средств наведения, он мог защитить оптику своей техники, применив светофильтры, рассеивающие волну определенной частоты. Для решение данной проблемы НПО «Астрофизика» разработала и сдала на вооружение в 1992 г. комплекс 1К17 «Сжатие» (рисунок 5).



Рисунок 5. Самоходный лазерный комплекс 1К17 «Сжатие»

Основное отличие «Сжатия» от «Стилета» - применение многоканального лазера. Комплекс был оборудован 12 независимыми оптическими каналами с индивидуальной системой наведения на каждом. Это сразу же решало проблему с защитой противником оптических и светочувствительных приборов с помощью светофильтров. Против одновременного поражения лазерными лучами с разной длиной волны светофильтры были бессильны.

Оптические каналы располагались в два ряда по шесть в каждом. В походном положении, для защиты от воздействия окружающей среды, они были закрыты бронированными щитками. Между ними располагались приборы объективов системы прицеливания – зондирующий лазер, приемный

канал автоматической системы наведения, а также оптические прицелы: дневной и ночной, последний был оснащен двумя подсветчиками-дальномерами.

В «Сжатие», как и в «Стилете», применялся твердотельный лазер нелинейного кристалла (предположительно алюмоиттриевый гранат с добавлением неодима) с люминесцентными лампами накачки. Благодаря такому выбору компоновки лазерной установки с большой мощностью можно получить гармоники – импульсы с длиной волны в несколько раз короче исходной. Таким образом формируется многодиапазонное излучение.

Однако в 1К17 «Сжатие» не была устранена вторая существенная проблема комплекса 1К11 «Стилет» – скорострельность. Конечно, скорострельность – это следствие главной проблемы любого лазера: низкого КПД, вызванного энергопотерями при воздействии на луч лазера условий окружающей среды.

Для эффективного выстрела необходимо предварительно зарядить батарею конденсаторов, которая при должном уровне заряда подаст мощный импульсный заряд на лампы. Не смотря на наличие дополнительной силовой установки, время зарядки конденсаторов оставалось слишком продолжительным для применения данного комплекса в интенсивном общевойсковом бою (время перезарядки в открытых источниках не публиковалось), что в свою очередь влекло низкую скорострельность.

Помимо комплексов 1К11 «Стилет» и 1К17 «Сжатие» НПО «Астрофизика» разработала так же и СЛК «Сангвин», представлявший собой более маневренный аналог комплекса 1К11 «Стилет», предназначенный для поражения воздушных целей, комплекс морского базирования «Аквилон», предназначенный для уничтожения оптико-электронных систем береговых войск, комплекс дистанционной химической разведки КДРХ-1Н «Даль» (находится в данный момент на вооружении).

Однако работы по созданию комплекса лазерного оружия наземного базирования велись не только силами НПО «Астрофизика». Так в сентябре

1982 года и апреле 1983 года, после проведенной научно-исследовательской работы коллективом НПО «Алмаз» (совместно с представителями НИИЭФА им. Д.В. Ефремова, ГНЦ ТРИНИТИ и рядом других НИИ и КБ), проведены испытания комплекса лазерного оружия (далее – КЛО), предназначенного для борьбы с малоразмерными беспилотными летательными аппаратами, «Хопёр-2М». [7]

В состав комплекса входили такие системы, как:

- импульсно-периодический CO<sub>2</sub>-лазер;
- широкоапертурная система формирования мощного излучения в узконаправленный пучок с рефлектором из составных зеркал;
- высокоточная двухконтурная система углового наведения пучка мощного излучения с широкоапертурным зеркалом наведения из составных зеркал, размещенным на посту наведения, и телеоптическим визиром в качестве сенсора приёмного дискриминатора системы наведения.

В качестве цели использовался дистанционно пилотируемый летательный аппарат РУМ-2Б, с размещенным на нем оборудованием, для определения характеристик лазерного пучка излучения КЛО.

Результатом проведенных испытаний стало неоднократное поражение целей данного типа, а также сбор и обобщение большого объема информации, необходимой для дальнейших исследований в данной области.

Но всем этим комплексам был присущ один существенный недостаток, характерный для всего лазерного оружия – для поражения противника необходима прямая видимость. Даже с учетом ведения боевых действий на открытой местности (степь или пустыня) отметка в 10 километров является максимальной. А с учетом атмосферных осадков, частиц и песка в воздухе – это расстояние еще меньше.

С распадом Советского Союза многие исследования и разработки боевых лазеров были прекращены из-за недостатка финансирования, отсутствия необходимой инфраструктуры (многие испытательные объекты, производственные мощности оказались на территории новых, независимых

государств), а производство лазерных комплексов, уже принятых на вооружение, из-за их дороговизны было остановлено.

К сожалению, коснулось это не только дорогостоящих комплексов, разработанных с нуля и способных физически уничтожать цели, но – на паритетных началах совместно с США – и относительно дешевых приборов, предназначенных для модернизации уже имеющейся военной техники.

Речь идет о первой штатной боевой системе лазерного оружия (лазерной аппаратуре) АВ-1 «Свет», принятой на вооружение немногим ранее комплекса 1К11 «Стилет» в начале 80-х. [8]

Данная система лазерного оружия устанавливалась на БПМ-1С, предназначенных для формирования специальных «взводов визирования», задача которых выводить из строя приборы прицеливания, комплексы ПТУР, ослеплять экипажи боевых машин противника.

С улучшением экономической ситуации после распада СССР в России вновь взялись за разработки лазерного оружия. Конечно, с учетом опыта и наработок Советского Союза. Конечно, данные об этих разработках засекречены, однако в открытом доступе есть информация, позволяющая понять направление развития отечественных разработок в этой области.

Так, есть информация, что с 2016 г. по 2022 г. в России силами Всероссийского научно-исследовательского института экспериментальной физики (РФЯЦ-ВНИИЭФ) велись разработки идейного продолжения комплексов 1К11 «Стилет» и СЛК «Сангвин» – «Задира-16». По неподтвержденным данным, в мае 2022 года данный комплекс был опробован в зоне проведения специальной операции. Его основное назначение, как и у комплекса СЛК «Сангвин» – борьба с воздушными целями, но в отличие от предшественника «Задира-16» разработан для уничтожения беспилотных летательных аппаратов. [9] Комплекс способен выводить из строя оптические средства БПЛА на расстоянии до 5 км, а в оптимальных условиях мощности его лазера хватает и для физического уничтожения объекта поражения. В силу

новизны комплекса информации в открытых источниках о его характеристиках, опыте и местах применения нет.

Так же по информации, находящейся в открытом доступе, в России успешно завершились разработки комплекса, который стал идейным продолжением комплекса «Терра» – комплекс «Пересвет» (рисунок 6).



Рисунок 6. Лазерная установка комплекса «Пересвет»

Задача данного комплекса – подавление орбитальных спутников разведки. Основные отличия данного комплекса от его предшественника – это мобильная платформа и малая потребляемая мощность. По официальным данным, данный комплекс стал поступать на вооружение армии России в 2018 г. и, по неподтвержденной информации, в этом же году впервые успешно применялся в боевых условиях в Сирии, где использовался так же как и средство борьбы с БПЛА. По некоторым данным, эффективность применения данного комплекса во многом зависит от погодных условий. В ясную погоду «Пересвет» показывает высокую эффективность, однако атмосферные осадки существенно мешают прохождению лазерного луча, уменьшая эффективность применения.

Обобщая опыт разработки лазерных боевых комплексов в СССР и современной России, можно прийти к следующим выводам, что научный и промышленный потенциал нашей страны как в прошлом, так и в настоящем позволял и позволяет проводить работы по созданию, успешным испытаниям и внедрению данных разработок в Вооруженные силы. Однако, что в

Советском Союзе, что в и России при разработке и испытаниях данных комплексов наблюдался ряд трудностей, таких как:

- высокая потребляемая мощность, что приводит к увеличению источников питания, делая комплексы малоподвижными или стационарными;
- увеличение необходимой выходной мощности приводит к увеличению времени подготовки выстрела, которое зачастую, при применении лазера в боевых условиях, было непозволительно долгим;
- сильное влияние погодных условий на эффективность применения боевого лазера и, как следствие, потеря КПД луча при проведении стрельбы;
- необходимое достаточно продолжительное время воздействия на объект для его физического уничтожения, что зачастую сводило и сводит применение боевого лазера к подавлению объекта воздействия, путем выведения из строя его фоточувствительных элементов;
- возможность ведения стрельбы лазером только на одной частоте с одной длиной волны, что позволяет противнику защитить оптические элементы техники светофильтрами;
- необходимость прямой видимости противника для поражения, что сильно ограничивает применение боевого лазера наземного базирования против наземной техники из-за наличия рельефа местности, а также ограничивает применение наземных комплексов по дальности до 10 км.

Конечно, частично эти проблемы были решены в некоторых комплексах, однако каждое успешное из этих решений имело и негативные последствия, к примеру: решение проблемы применения только одного луча с постоянной частотой и длиной волны в комплексе 1К17 «Сжатие» привело к увеличению габаритов самого комплекса, что облегчает возможность обнаружения и уничтожения комплекса, так же это повлекло его существенное удорожание.

Как видно, решение только одной проблемы не приводит к существенному повышению эффективности боевых лазеров. Только комплексный подход позволит решить проблему эффективности применения

боевых лазерных комплексов. В СССР с этим справиться не смогли из-за несовершенства технологий и отсутствия должного количества времени, вызванного распадом страны, теперь решение этих задач ложится на плечи российских инженеров и ученых.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Российский общенациональный научно-образовательный интерактивный энциклопедический портал «Большая российская энциклопедия», [www.bigenc.ru](http://www.bigenc.ru).
2. К. Рябов, «Долгий путь к «Терре. Развитие боевых лазеров ПРО СССР», сетевое издание «Военное обозрение», 22.06.2019, <http://topwar.ru/157984-dolgij-put-k-terre-razvitie-boevyh-lazerov-pro-sssr.html>.
3. Г. Тимс, «15 лазеров, способных сбивать спутники», веб-сайт «Хабр», <http://habr.com/ru/articles/756560>.
4. А. Митрофанов, «Лазерное оружие: сухопутные войска и ПВО. Часть 3», сетевое издание «Военное обозрение», 19.03.2019, <http://topwar.ru/155508-lazernoe-oruzhie-suhoputnye-vojska-i-pvo-chast-3.html>.
5. К. Рябов, «Форос» и «Диксон» - пионеры советского лазеростроения», сетевое издание «Военное обозрение», 14.04.2011, <http://topwar.ru/4229-foros-i-dikson-pionery-sovetskogo-lazerostroeniya.html>.
6. С. Аapresов, А. Хлопотов, «Самоходные лазерные комплексы», сетевое издание «Военное обозрение», 25.01.2011, <http://topwar.ru/3163-samohodnte-lazernye-kompleksy.html>.
7. Игнатьев А.Б. «40-летний юбилей успеха комплекса «Хопёр-2М», Вестник воздушно-космической обороны 2021, № 1 (33).
8. К. Чуприн «Луч особого назначения», отраслевое издание госкорпорации «Росатом» «Журнал РОСАТОМ», 06.08.2019, <http://strana-rosatom.ru/2019/08/06/luch-osobogo-naznacheniya>.

9. Игнатьев А.Б. «Проблемные вопросы воздействия на цели излучения лазерных комплексов», Вестник воздушно-космической обороны 2024, № 1 (41).

10. Атомолеты-2. «Техника молодежи», № 4, 2006 г., с 30-35

11. Велихов Е.П., Сагдеев Р.З., Кокошин А.А. Космическое оружие: дилемма безопасности. М.: Мир, 1986 – с. 65,73. – 181 с.

12. Сорокин В. «10 лет первому пуску «Энергии», Новости космонавтики. 1997 г. № 11.

## References

1. Russian nationwide scientific and educational interactive encyclopedic portal "The Great Russian Encyclopedia", [www.bigenc.ru](http://www.bigenc.ru).

2. K. Ryabov, "The Long Road to Terra. Development of Combat Lasers for the USSR Missile Defense System", online publication "Military Review", June 22, 2019, <http://topwar.ru/157984-dolgij-put-k-terre-razvitie-boevyh-lazerov-pro-sssr.html>.

3. G. Tims, "15 Lasers Capable of Shooting Down Satellites", website "Habr", <http://habr.com/ru/articles/756560>.

4. A. Mitrofanov, "Laser Weapons: Ground Forces and Air Defense. Part 3", online publication "Military Review", March 19, 2019, <http://topwar.ru/155508-lazernoe-oruzhie-shoptnye-vojska-i-pvo-chast-3.html>.

5. K. Ryabov, "Foros" and "Dikson" - pioneers of Soviet laser engineering", online publication "Military Review", April 14, 2011, <http://topwar.ru/4229-foros-i-dikson-pionery-sovetskogo-lazerostroeniya.html>.

6. S. Apresov, A. Khlopotov, "Self-Propelled Laser Systems," Military Review online publication, January 25, 2011, <http://topwar.ru/3163-samoxodnte-lazernye-kompleksy.html>.

7. A. B. Ignatyev, "The 40th Anniversary of the Khoper-2M Complex's Success," *Aerospace Defense Bulletin* 2021, No. 1 (33).
8. K. Chuprin, "Special-Purpose Ray," ROSATOM State Corporation industry publication *ROSATOM Magazine*, August 6, 2019, <http://strana-rosatom.ru/2019/08/06/luch-osobogo-naznacheniya>.
9. A. B. Ignatyev, "Problematic Issues of Laser System Radiation Impact on Targets," *Vestnik aerokosmicheskoy oborony* 2024, no. 1 (41).
10. *Atomolety-2*. "Tekhnika molodezhi," no. 4, 2006, pp. 30-35
11. Velikhov EP, Sagdeev RZ, Kokoshin AA. *Space Weapons: The Security Dilemma*. Moscow: Mir, 1986, pp. 65, 73. – 181 p.
12. Sorokin V. "10 Years of the First Launch of Energia," *Novosti kosmonavtiki*. 1997