

УДК 623.76

Анализ боевого потенциала сторон в конфликте средств огневого поражения противника и средств войсковой противовоздушной обороны

Киселев А. В., Макаренко С. И.

Актуальность В целях обеспечения успешного выполнения боевых задач командование сухопутной группировки США и объединенных вооружённых сил (ОВС) НАТО осуществляет огневую поддержку наступающих и обороняющихся соединений и частей, основу которой составляет система комплексного огневого поражения противника (ОПП). В состав системы комплексного ОПП входят средства разведки, система автоматизированного управления войсками и оружием, а также непосредственно сами средства ОПП: ракеты и авиационные бомбы, несущиеся самолетами тактической авиации (ТА), беспилотными летательными аппаратами (БпЛА), вертолетами армейской авиации (АА); ракеты реактивных систем залпового огня (РСЗО). Противодействовать таким средствам должны средства войсковой противовоздушной обороны (ПВО), входящие в состав соединений сухопутных войск (СВ) Вооруженных Сил (ВС) Российской Федерации. Таким образом анализ боевого потенциала сторон в конфликте средств ОПП, используемых для нарушения системы управления общевойсковым формированием, с одной стороны, и отечественных средств войсковой ПВО, с другой стороны, является важной военно-научной задачей. **Целью работы** является проведение анализа боевого потенциала сторон в конфликте средств ОПП, с одной стороны, и отечественных средств войсковой ПВО, с другой. При этом в качестве основных вышеуказанных средств ОПП рассматриваются типовые средства, стоящие на вооружении ВС США и ОВС НАТО, а именно: ракеты и авиационные бомбы, несущиеся самолетами ТА, БпЛА и вертолетами АА, а также ракеты РСЗО. **Результаты.** В статье представлены результаты систематизации и анализа основных средств ОПП в составе ВС США: самолеты ТА, БпЛА, вертолеты АА, РСЗО, а также несущиеся ими средства поражения, и отечественные средства противодействия им – средства войсковой ПВО, выполненный на основе анализа открытых источников. Проведенный анализ позволил вскрыть основные особенности применения вышеуказанных средств ОПП, а также провести многоаспектный подробный анализ современных комплексов войсковой ПВО. **Элементом новизны работы** является обобщенный анализ боевого потенциала сторон выявленные в конфликте «средства ОПП – средства войсковой ПВО», а также обобщенные тактико-технические характеристики типовых средств ОПП, входящие в состав ВС США (самолеты ТА, БпЛА, вертолеты АА, РСЗО, а также их средства поражения), которые могут использоваться при нанесении ОПП и отечественных средств войсковой ПВО, в составе соединений СВ ВС РФ. **Практическая значимость.** Материал статьи может использоваться для формирования исходных данных для моделирования и исследования боевой эффективности комплексов войсковой ПВО при их противодействии средствам ОПП противника. Также, данная статья может быть полезна конструкторам, проектирующим перспективные средства войсковой ПВО при решении ими целевых задач.

Ключевые слова: система комплексного огневого поражения, средство огневого поражения противника, противовоздушная оборона, воздушно-космическая оборона, реактивное средство залпового огня, тактическая авиация, армейская авиация, беспилотный летательный аппарат, сред-

Библиографическая ссылка на статью:

Киселев А. В., Макаренко С. И. Анализ боевого потенциала сторон в конфликте средств огневого поражения противника и средств войсковой противовоздушной обороны // Системы управления, связи и безопасности. 2022. № 1. С. 8-48. DOI: 10.24412/2410-9916-2022-1-8-48

Reference for citation:

Kiselev A. V., Makarenko S. I. Analysis of the Combat Potential of the Parties to the Conflict of the Fire Destruction Means of the Enemy and the Air Defense Means of Army. *Systems of Control, Communication and Security*, 2022, no. 1, pp. 8-48 (in Russian). DOI: 10.24412/2410-9916-2022-1-8-48

ство воздушного нападения, оперативно-тактическая ракета, неуправляемый реактивный снаряд, управляемый реактивный снаряд, крылатая ракета.

Введение

Анализ войн и вооруженных конфликтов последних десятилетий показывает, что руководство вооружённых сил (ВС) США и объединенных вооруженных сил (ОВС) НАТО для достижения целей проводимых военных действий главную роль отводят внезапному массированному и интегрированному во всех сферах (наземной, морской, воздушно-космической) удару. Цель этого удара – завоевание превосходства над противником и нанесение неприемлемого ущерба его системе управления (СУ) и военно-экономическому потенциалу [1, 2].

Концептуальные взгляды на применение перспективных средств поражения в настоящее время являются основой действующих положений концепции по ведению многодоменных операций [3] в рамках применения ВС США и ОВС НАТО в войнах и вооруженных конфликтах.

Основой многодоменной операции является глубокое комплексное огневое поражение, заключающееся в скоординированном поражении войск противника, особенно его вторых эшелонов и резервов, на всю оперативную глубину штатными, приданными и поддерживающими силами и средствами объединений, соединений сухопутных войск и тактической авиации (на приморских направлениях – при поддержке сил флота) [3].

В целях обеспечения успешного выполнения боевых задач командование сухопутной группировки США и ОВС НАТО осуществляет огневую поддержку наступающих и обороняющихся соединений и частей, основу которой составляет система комплексного огневого поражения противника (ОПП) [4].

Огневое поражение противника (ОПП) – согласованное огневое воздействие по группировкам войск и наиболее важным объектам противника с применением обычного и высокоточного оружия в интересах выполнения задач и достижения целей боя [5].

В состав системы комплексного ОПП могут быть интегрированы средства разведки, средства автоматизированной СУ войсками и оружием, а также непосредственно средства огневого поражения.

Целью ООП является снижение боевого потенциала группировки противника до требуемого уровня и создания условий своим войскам для выполнения поставленных задач с минимальными потерями [6].

Рассматривая ведение боевых действий общевойсковыми формированиями (ОФ) сухопутных войск (СВ) ВС РФ, с одной стороны, и воинских формирований СВ ВС США и стран НАТО, участвующих в ОПП, с другой, отметим следующие значимые особенности. Во-первых, воинские формирования СВ ВС США и стран НАТО будут максимально использовать дистанционные способы ведения боевых действий – поражение высокоточными оружием (ВТО) основных объектов, сосредоточений живой силы и техники, резервов, складов с боеприпасами и проч. Во-вторых, основными силами защиты ОФ от ОПП ВС США и стран НАТО будет являться войсковая противовоздушная оборона

(ПВО), а основными средствами – зенитные ракетные комплексы (ЗРК), зенитные пушечные ракетные комплексы (ЗРПК), переносные зенитные ракетные комплексы (ПЗРК) и зенитные самоходные установки (ЗСУ).

Учитывая это, целью данной статьи является анализ боевого потенциала сторон в конфликте «средства ОПП – отечественная войсковая ПВО». Данный анализ может использоваться органами военного управления для формирования исходных данных при принятии решения в ходе боя (операции).

1. Типовой сценарий нанесения удара средствами огневого поражения по объектам общевойскового формирования

В зависимости от типа носителя ВТО может быть авиационного, морского и сухопутного базирования, а в ближайшие годы возможно появление ВТО космического базирования (рис. 1).

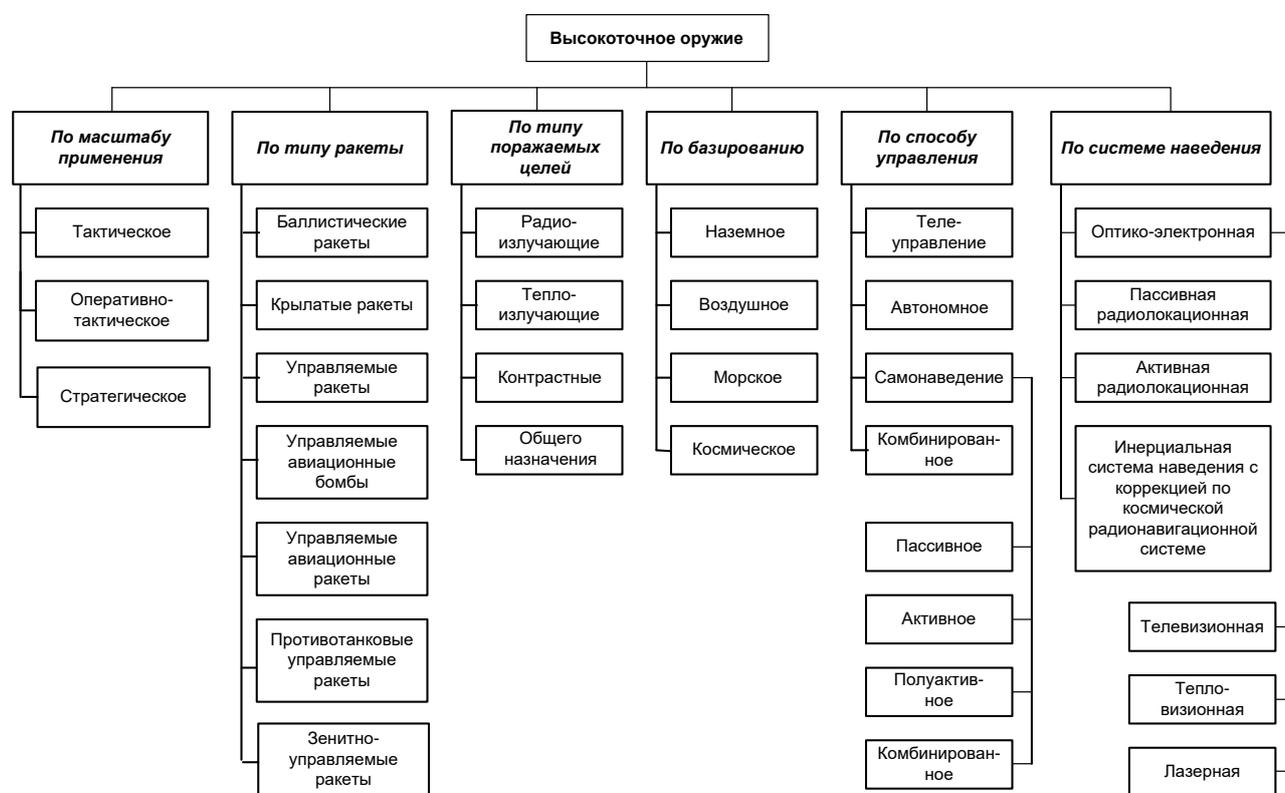


Рис. 1. Классификация ВТО ОВС НАТО

Как показано ранее, для огневого поражения элементов системы управления (КП и узлов связи) и средств ПВО в полосе обороны ОФ, к силам и средствам ОПП ВС США можно отнести следующие:

- авиационные управляемые (УР) и крылатые ракеты (КР) среднего и ближнего радиуса действия типа «воздух – поверхность»;
- тактические (ТР) и оперативно-тактические ракеты (ОТР) типа «поверхность – поверхность»;
- управляемые авиационные бомбы (УАБ);
- управляемые реактивные снаряды (УРС).

Кроме вышеуказанного ВТО, при нанесении ОПП могут задействоваться другие средства поражения, не относящиеся к высокоточным:

- авиационные бомбы (АБ);
- неуправляемые реактивные снаряды (НУРС).

Носителями этих средств, как правило, являются [7]:

- самолеты тактической авиации (ТА);
- разведывательно-ударные беспилотные летательные аппараты (БпЛА);
- вертолеты армейской авиации (АА);
- реактивные системы залпового огня (РСЗО).

Таким образом для достижения цели ОПП будут задействовано ВТО (УР, КР, ОТР, ТР) и АБ как воздушного (рис. 2), так и наземного базирования (рис. 3) с различными возможностями по досягаемости. При этом опыт предыдущих боевых действий показывает преимущественную роль самолетов ТА, как носителей ВТО, при дистанционном поражении целей.

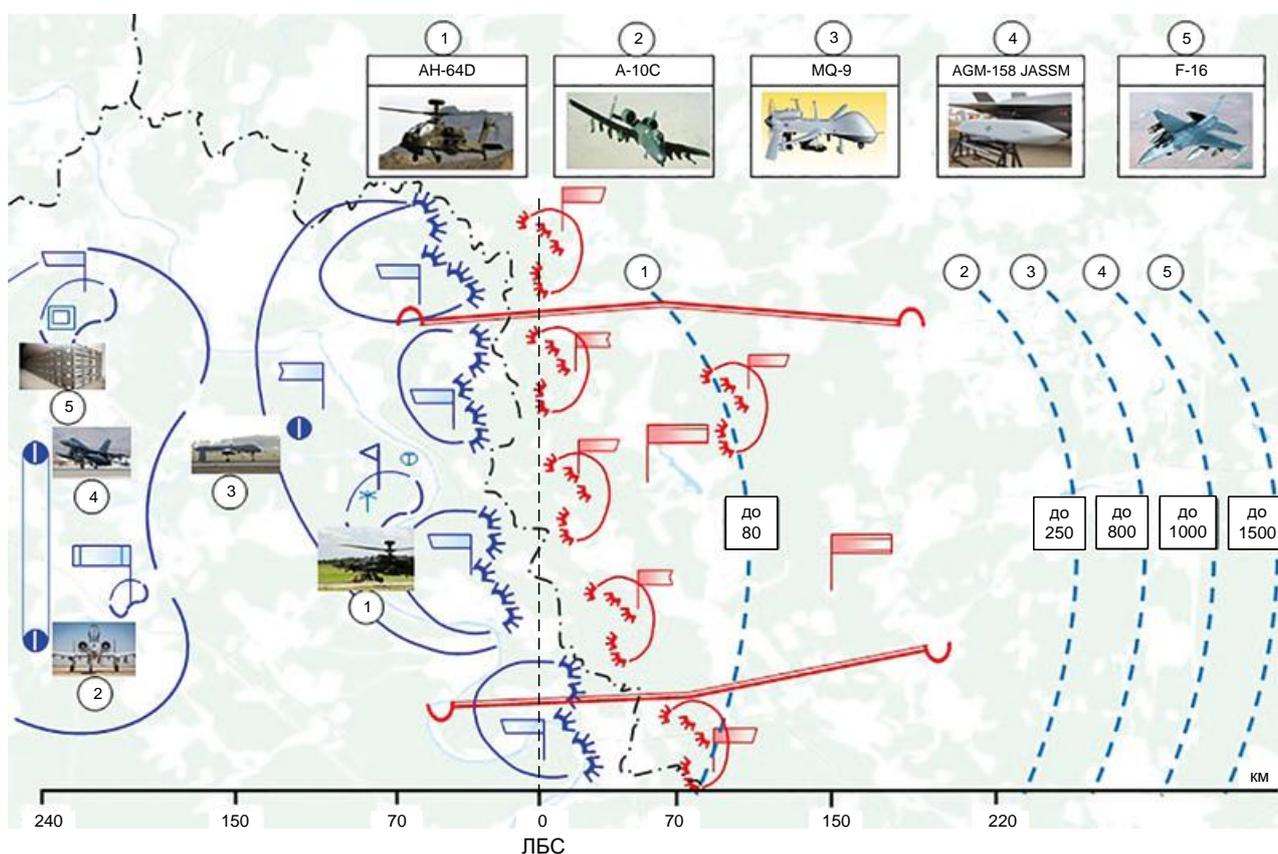


Рис. 2. Удаление районов размещения носителей ВТО воздушного базирования от линии боевого соприкосновения сторон (ЛБС) и их возможности по досягаемости при поражении целей [4]

Нанесению ударов с воздуха предшествует проведение разведки. Её цель – определение «сильных» и «слабых» сторон системы ПВО, осуществляющей прикрытие командных пунктов (КП) и важных объектов ОФ. Еще в мирное время противником изучается группировка сил и средств ПВО, их характеристики, возможности по уничтожению средств воздушного нападения (СВН),

возможности по усилению и противодействию. В ходе боевых действий, противник ведет непрерывную разведку изменений возможностей ПВО. Основные средства разведки комплексов ПВО и их ТТХ приведены в работе [8].

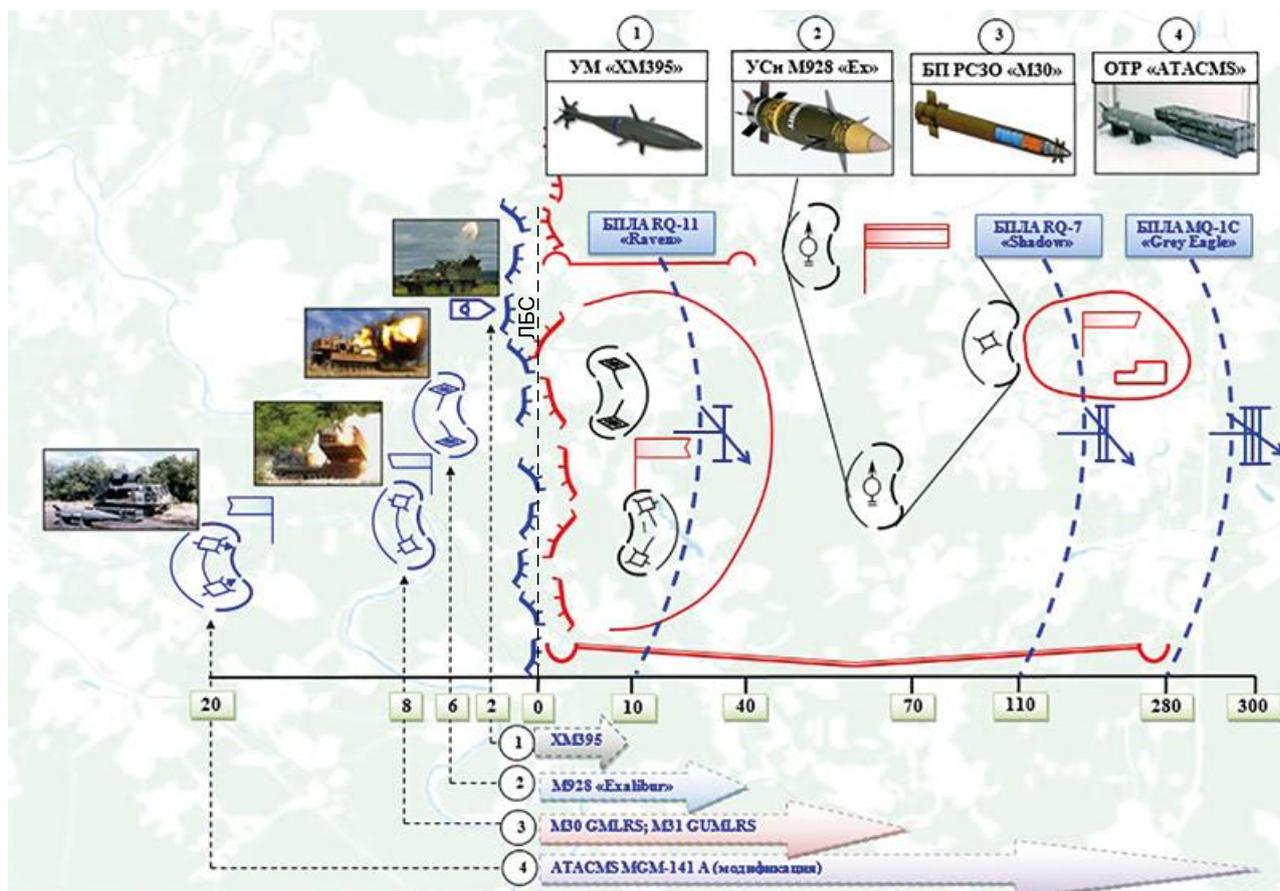


Рис. 3. Удаление районов размещения носителей ВТО наземного базирования от ЛБС и их возможности при поражении целей [4]

Нанося удары по объектам и войскам, самолеты ТА и вертолеты АА противника будет учитывать существующие возможности системы отечественной войсковой ПВО. Построение удара СВН по объектам не является шаблонным, однако практически всегда в состав наряда сил ТА и АА, кроме ударных групп, как правило, включается несколько групп самолетов и вертолетов различного предназначения (постановки активных помех из зон барражирования, постановки пассивных помех и блокирования аэродромов, доразведки целей, огневого подавления средств ПВО, непосредственного истребительного прикрытия ударных групп). Действия всех этих групп объединены общим замыслом и согласованы по времени, цели и месту.

Довольно подробно действия самолетов ТА и вертолетов АА при ведении боевых действий против воинских формирования СВ рассмотрены в работе [9]. В соответствии с этой работой основными элементами, которые будут назначаться для огневого поражения будут:

1. Средства войсковой ПВО, расположенные непосредственно в боевых порядках первого эшелона ОФ, перед ЛБС, основными из которых являются ЗРК ближнего действия (ЗРК БД) типа Стрела-10М4, Тунгуска-

М1, ЗСУ Шилка, ПЗРК Вербa, ЗРК малой дальности (ЗРК МД) типа «Тор-М2У» и «Оса-АКМ» и др., с дальностью действия до 15 км. Данные средства могут оказать существенное противодействие самолетам ТА, БЛА и вертолетам АА, преодолевающим их зону ответственности на малых и предельно малых высотах, а также применяемым ими ВТО. Однако боевые возможности ЗРК БД и ЗРК МД существенно ограничены дальностью действия и высотой поражения воздушных целей (рис. 4).

2. Огневые позиции ЗРК средней дальности (ЗРК СД) типа «Бук» (в модификациях Бук-М1, -М1-2, -М2, -М3) с дальностью действия до 70 км расположенные в первом и втором эшелоне общевойскового объединения. Данные средства создают сплошную зону поражения, тем самым обеспечивая прикрытие от СВН всего воинского формирования, ведущего оборону. Боевые возможности ЗРК СД позволяют поражать воздушные цели в широком диапазоне высот и скоростей полета.
3. Дивизионы ЗРК дальнего действия (ЗРК ДД) типа С-300В4 «Антей-300» и С-300ВМ «Антей-2500» с дальностью действия более 100 км, расположенные за ЗРК СД второго эшелона и обеспечивающие прикрытие наиболее важных объектов и сил оперативного построения СВ.
4. КП частей и подразделений ОФ, радиоизлучающие узлы связи этих КП, сосредоточения живой силы и техники, находящиеся в зоне досягаемости средств ОПП, склады и объекты критической транспортной инфраструктуры (железнодорожные станции, мосты, туннели, транспортные развязки, аэродромы и проч.).

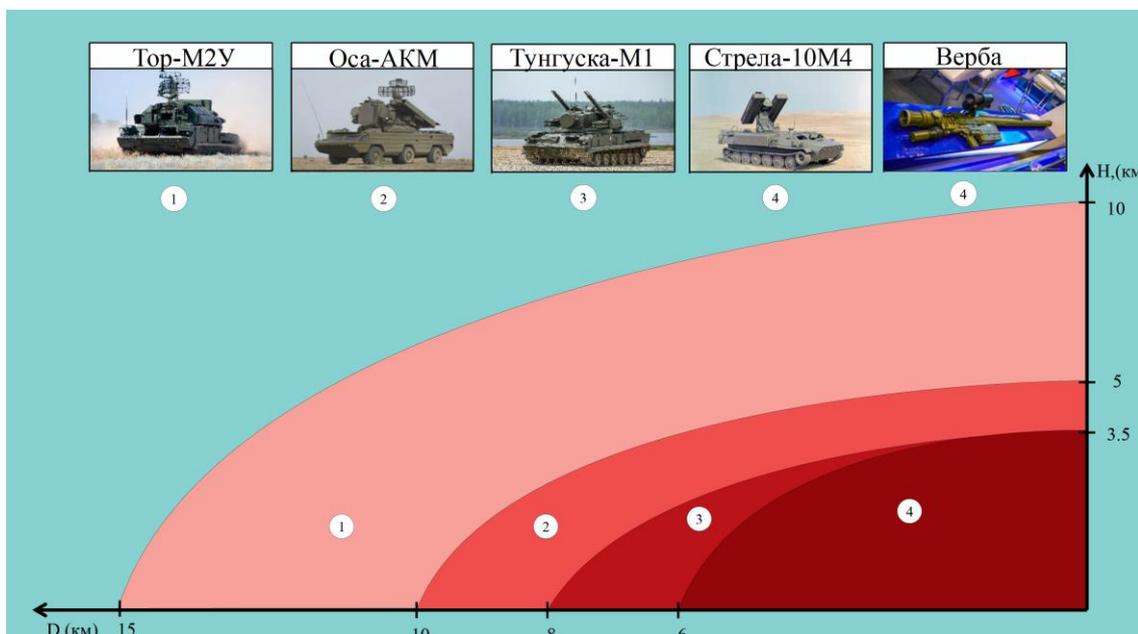


Рис. 4. Зоны поражения современных отечественных ЗРК МД и ЗРК БД войсковой ПВО [89-92]

При решении задач дезорганизации управления ОФ и поражения ее основных сил и средств самолеты ТА и вертолеты АА будут вынуждены преодолеть

левать систему ПВО. В настоящее время для самолетов ТА, БпЛА и вертолетов АА можно выделить три основных способа преодоления системы ПВО: уклонение, нейтрализация и подавление [10].

Способы преодоления ПВО, не связанные с применением оружия (уклонение и нейтрализация), не всегда эффективны для беспрепятственного выхода ударных групп ТА и АА в зоны пуска ВТО. Более эффективным способом преодоления системы ПВО является ее подавление с применением ракет самонаводящегося на излучение оружия (СНИО), специально предназначенных для уничтожения РЛС комплексов ПВО, а также радиоизлучающих узлов связи КП [11].

Таким образом, при нанесении ОПП по объектам ОФ большая часть ВТО будет запускаться с воздушных носителей без захода в зону досягаемости отечественных средств войсковой ПВО. При этом основная «тяжесть» решения задач отражения удара ляжет на ЗРК БД и ЗРК МД, прикрывающие отдельные важные объекты ОФ (рис. 4). В связи с этим, основными целями для современных ЗРК войсковой ПВО являются не только и не сколько авиационные носители ВТО – самолеты ТА, БпЛА, вертолеты АА, сколько авиационные УР и КР, а ТР, ОТР, УРС и НУРС. Именно борьба с ТР, ОТР и КР со стороны войсковой ПВО является основополагающей при прикрытии важных объектов ОФ в составе эшелонированной системы войсковой ПВО в районе ведения боевых действий [12].

Значимость выделяемых противоборствующими сторонами ресурсов и необходимых затрат на заблаговременное создание глубокоэшелонированной системы ПВО подтверждается статистикой боевых потерь авиации от воздействия различных средств ПВО. Так, например, в результате операции «Буря в пустыне» в Ираке в 1991 г. авиация многонациональных сил в воздушных и противовоздушных боях потеряла 26 самолетов, из них 22 были сбиты ЗРК различной дальности действия системы ПВО Ирака и 4 самолета – силами истребительной авиации (ИА) [13].

При рассмотрении задачи обороны важных объектов ОФ от СВН, нельзя не отметить такой принципиально новый тип СВН, которой появился и стал широко применяться в последние годы, как группы БпЛА. Группы БпЛА, с одной стороны, имеют сходные с УР, КР, ОТР и ТР характеристики в части их обнаружения и поражения, с другой стороны, фактически представляют собой своеобразный пространственно-распределенный высокоточный боеприпас, обладающий роевым интеллектом. Особенности боевого применения БпЛА для поражения наземных целей подробно рассмотрены в работах А.В. Ананьева [9, 14, 15, 16] и Б.И. Казарьяна [17] а вопрос противодействия такому новому типу угроз как группы БпЛА со стороны ЗРК и ЗРПК войсковой ПВО – в работах А.Г. Лузана [18, 19, 20], С.В. Шишкова [21, 22], В.В. Ростопчина [23-28] и С.И. Макаренко [29, 30].

Как показано в работах [9, 29, 30] наиболее эффективными при решении задачи поражения объектов ОФ и комплексов ПВО являются группы БпЛА, действующие совместно (или автономно) с пилотируемой авиацией (самолета-

ми ТА и вертолетами АА). Эффективность использования групп БпЛА против систем войсковой ПВО подробно рассмотрена в работе [30] и подтверждается их успешным применением в военных конфликтах последних лет в Сирии, в Ливии и в Нагорном Карабахе. Высокая эффективность боевого применения БпЛА против объектов ОФ, скоплений живой силы и техники обусловлена следующими основными факторами:

- характеристики ударных БпЛА по дальности действия, параметрам полета, времени нахождения в воздухе, массе полезной нагрузки позволяют их использовать на удалении от ЛБС более 300 км [9];
- различные варианты полезной нагрузки, размещаемой на БпЛА, в том числе малогабаритные средства радио- и радиотехнической разведки (РРТР) обеспечивают возможность обнаружения источников радиоизлучения (ИРИ), соответствующих РЛС комплексов ПВО, станций радиосвязи при различных КП в составе ОФ, а также скопления техники, формирующими побочные излучения в электромагнитном спектре при своей работе, на дальности прямой радиовидимости до 350 км [9];
- по результатам теоретических и практических исследований [9, 29, 31] по определению заметности БпЛА установлено, что БпЛА, обладающие эффективной поверхностью рассеивания (ЭПР) $0,01-0,1 \text{ м}^2$, могут быть обнаружены РЛС различного диапазона на относительно небольших дальностях: 0,1-2,8 км для БпЛА с ЭПР $0,01 \text{ м}^2$; 8-25 км для БпЛА с ЭПР $0,1 \text{ м}^2$. Следовательно, БпЛА малого класса (с ЭПР порядка $0,01 \text{ м}^2$) двигаясь на низкой высоте, с использованием рельефа местности и «рваных» режимов полета, имеют возможность с высокой вероятностью преодолевать зоны ответственности современных ЗРК СД и ДД выдвигаясь непосредственно к своим основным целям – КП и наиболее важным объектам ОФ, прикрываемых ЗРК БД. За счет низкой радиолокационной, акустической (порядка 1-1,2 км) и оптической (не более 1,5 км) заметности БпЛА малого класса являются весьма сложной целью для ЗРК БД войсковых средств ПВО особенно если они применяются в группе по единому замыслу. Таким образом, группы БпЛА малого класса способны скрытно выйти в район дислокации наиболее важных объектов ОФ и внезапно нанести удар по ним и по ЗРК их прикрывающих;
- известны многочисленные случаи использования групп БпЛА, в том числе и «кустарного» производства, для поражения различных наземных объектов. Например, в Сирии известны случаи массированного применения террористическими группами самодельных БпЛА в ударном варианте по скоплениям военной техники на открытых стоянках российской авиационной базы «Хмеймим» [30]. При этом такие БпЛА благополучно преодолевали зоны ответственности ЗРК СД и ДД, но обнаруживались и уничтожались непосредственно ЗРК БД, размещенными на авиационной базе.

Исследование [9] показывает, что в состав боевых порядков ТА и АА могут быть включены БпЛА малого класса, решающие задачи как РРТР в интересах вскрытия РЛС комплексов ПВО, радиоизлучающих узлов связи при КП войсковых подразделений и массированных скоплений техники, так и ударные задачи по поражению выявленных целей. Такие группы БпЛА могут сформировать разведывательно-ударные группы, которые будут применяться для огневого поражения комплексов ПВО, КП различных воинских подразделений, скоплений военной техники, а также вооружения, находящегося на открытых позициях и стоянках, действуя совместно с самолетами ТА и вертолетами АА.

Таким образом, при анализе боевого потенциала сторон в конфликте «средства ОПП – отечественная войсковая ПВО» помимо традиционных СВН, таких как самолеты ТА и вертолеты АА, а также носимые ими ВТО, целесообразно учитывать возможности такого нового типа СВН как группы БпЛА.

В целом, обобщая вышесказанное можно сделать вывод, что для достижения цели ОПП будет задействовано ВТО как воздушного, так и наземного базирования, которое будет запускаться с без захода в зону досягаемости отечественных средств войсковой ПВО. При этом основная «тяжесть» решения задач отражения удара ляжет на средства войсковой ПВО, прикрывающие отдельные важные объекты ОФ. В связи с этим, основными целями для современных ЗРК войсковой ПВО являются не только и не сколько авиационные носители ВТО – самолеты ТА, БпЛА, вертолеты АА, сколько авиационные УР и КР, а ТР, ОТР, УРС и НУРС. Именно борьба с ТР, ОТР и КР со стороны войсковой ПВО является основополагающей при прикрытии важных объектов ОФ в составе эшелонированной системы ПВО в районе ведения боевых действий.

2. Анализ актуальных работ по тематике исследования

Анализ открытых источников показал, что в настоящее время имеется достаточное количество работ в области противодействия средствам воздушно-космического нападения (СВКН). Основные из этих работ рассмотрены ниже.

В работе И.В. Грудинина, Д.Г. Майбунова [32] рассмотрены общие принципы адаптации информационно-управленческого ресурса системы воздушно-космической обороны (ВКО) при отражении удара СВКН, сущность и содержание способов реализации управленческого поля, согласованного управления разведывательно-информационным полем и функциональным полем огневого воздействия при отражении удара СВКН. В целом в данной работе даны наиболее общие концептуальные основы адаптации системы ВКО к характеру удара СВКН.

В работе В.Н. Дыбова, Ю.Д. Подгорных [33] произведен достаточно полный анализ дестабилизирующих факторов, влияющих на устойчивость системы ВКО, введено понятие «боевая устойчивость системы ВКО», показана важность обеспечения этого комплексного свойства при отражении удара СВКН.

В работе С.Ф. Боева, А.А. Рахманова, В.К. Слока [34] рассмотрены: новый подход к ведению боевых действий, реализуемый в ВС США – концепция сетцентрической войны, а также его техническая основа – сетцентрические

системы вооружения; актуальность создания аналогичных систем регионального уровня в интересах ВС РФ, основные цели и задачи боевого применения.

В работе С.Ф. Боева [35] рассматриваются принципы создания интегрированной системы ракетно-космической обороны (РКО) РФ, а также задачи и направления развития составляющих ее систем: предупреждения о ракетном нападении, системы контроля космического пространства и системы противоракетной обороны (ПРО). Отмечено значение РКО как базовой составной части ВКО России, что обуславливает необходимость скоординированного развития указанных систем.

В работе С.Н. Бориско, С.А. Горемыкина [36] рассматривается краткая история формирования современного облика системы воздушно-космической обороны России. Анализируются состав, структура и основные функциональные задачи, решаемые структурными элементами ПВО-ПРО ВКО. Предлагаются основные направления развития их АСУ, радиолокационного вооружения и оружия специального назначения.

В работе А.А. Кочкарова, С.А. Пулято, Д.М. Петроченкова [37] рассматриваются варианты реализации элементов системы разведки и предупреждения о воздушно-космическом нападении с учетом разнообразия типов СВН и приемов их применения.

В работе С.И. Макаренко [38] проведен анализ перспектив использования космического пространства в военных целях, а также современного состояния и перспектив развития систем информационно-космического обеспечения и средств вооружения, действующих в космосе и через космос.

В работах Е.А. Афонина, С.И. Макаренко, С.В. Петрова, А.А. Ковальского, Д.В. Митрофанова [39, 40, 100] произведен анализ концепции вооруженных сил США «Быстрый глобальный удар», сделан вывод о наиболее вероятном пути нанесения обезоруживающего удара по территории РФ через арктический регион. Рассмотрен состав СВКН, планирующийся к применению, а также возможности системы ВКО в интересах вскрытия быстрого глобального удара. Сделаны выводы о необходимости повышения эффективности отечественной системы ВКО путем перехода к адаптивно-сетевой структуре управления, а также намечены направления развития системы ВКО в Арктике в интересах противодействия быстрому глобальному удару со стороны ВС США в воздушном и космическом пространстве.

Анализ вышеуказанных работ позволяет сделать обоснованный вывод о том, что тематика исследования глобального конфликта «СВКН – система ВКО» является чрезвычайно актуальной. Помимо вышеуказанной тематики, важным частным направлением исследований является исследование такого частного конфликта как конфликт «СВН – система войсковой ПВО». В настоящее время, существует множество работ, посвященных именно конфликту СВН и средств войсковой ПВО тактического звена. К таким работам можно отнести труды авторов, представленные ниже.

Так в работе А.Д. Гаврилова [41] рассматриваются основные проблемы организации и ведения борьбы с современными СВН, обусловленные специфи-

кой их летно-технических характеристик. Выделены особенности ведения разведки, выработки решений на ведение огня, подготовки и ведения стрельбы по малоразмерным целям. Даны общие положения о построении системы борьбы с современными СВН и направления развития войсковой ПВО.

В работе В.А. Воронова, М.Г. Чикина, Д.Ю. Прохорова [42] раскрывается структурная модель отражения СВН противника в операциях объединения СВ. Предложен методический аппарат оценки эффективности действий войсковой ПВО по отражению воздушного нападения противника.

В работе С.В. Друзина, В.В. Майорова, Б.Н. Горевича [43] выполнен анализ развития системы вооружения войсковой ПВО, описаны основные современные тенденции и технологии создания ее элементов. Обоснованы принципы построения и структура перспективной системы вооружения войсковой ПВО. Предложен порядок создания системы вооружения войсковой ПВО нового облика.

В работах А.Г. Лузана [18, 19, 20] рассматриваются новые концепции структуры и боевого применения войск ПВО СВ, связанные с изменением форм и способов ведения боевых действий в современных конфликтных ситуациях и войнах, а также с изменением состава и структуры ВС РФ. Кроме того, рассматриваются новые нетрадиционные способы борьбы с БпЛА, в том числе реализующими принципы роевого интеллекта. Проводится оценка БпЛА миникласса и барражирующих боеприпасов не только как перспективных СВН, но и как воздушных целей для комплексов войсковой ПВО.

В работе П.А. Созинова [44] представлены результаты работ по математическому и имитационному моделированию военной техники воздушно-космической обороны, проведенных Концерном ВКО «Алмаз-Антей». Описаны возможности комплексной математической модели перспективной системы перехвата, модели перспективной многоступенчатой ракеты, стенда полунатурного моделирования. Рассмотрены подходы к созданию виртуального полигона для проведения испытаний систем воздушно-космической обороны.

В работе И.А. Рябинина, А.С. Можаяева, С.К. Свирина, В.И. Поленина [45] рассматривается применение информационной технологии общего логико-вероятностного метода для моделирования и оценки эффективности ПВО оперативно-тактического уровня. Описана модель, обеспечивающая возможность расчета показателей эффективности (боевых возможностей) группировки по отражению ударов СВН.

Обобщая вышеуказанный обзор можно сделать вывод, что, в целом, тематика противодействия СВН силами и средствами войсковой ПВО рассмотрена довольно подробно. Однако в известных работах отсутствуют подробные описательные модели конфликта «средства ОПП – отечественная войсковая ПВО», что делает разработку такой модели актуальной военно-научной задачей.

3. Описание основных сил и средств, участвующих в конфликте «средства ОПП – отечественная войсковая ПВО»

Конфликт «средства ОПП – отечественная войсковая ПВО» в ходе операции может быть декомпозирован на ряд частных конфликтов, компоненты которых далее подробно рассматриваются в статье в ее отдельных подразделах:

- «самолеты ТА – средства войсковой ПВО»;
- «вертолеты АА – средства войсковой ПВО»;
- «БпЛА – средства войсковой ПВО»;
- «РСЗО – средства войсковой ПВО».

При этом отметим, что при рассмотрении этих частных конфликтов рассматриваются не только вышеуказанные самолеты, вертолеты и БпЛА, но и носимые ими средства ОПП – обычные и высокоточные боеприпасы.

Материал по описанию компонентов вышеуказанных частных конфликтов, ввиду его большого объема, был разделен на ряд взаимоувязанных подразделов в каждом из которых описаны соответствующие силы и средства отдельного компонента конфликта «средства ОПП– отечественная войсковая ПВО»:

3.1. Силы и средства огневого поражения ВС США и стран НАТО:

3.1.2. Самолеты тактической авиации и носимые ими средства огневого поражения;

3.1.3. Вертолеты армейской авиации и носимые ими средства огневого поражения;

3.1.3. Беспилотные летательные аппараты и носимые ими средства огневого поражения;

3.1.4. Реактивные системы залпового огня;

3.2. Силы и средства войсковой ПВО, как средства защиты от средств огневого поражения:

3.2.1. Силы и средства войсковой ПВО малой дальности и ближнего действия;

3.2.2. Силы и средства войсковой ПВО средней дальности;

3.2.3. Силы и средства войсковой ПВО дальнего действия.

3.1 Силы и средства огневого поражения ВС США и стран НАТО

3.1.2 Самолеты тактической авиации и носимые ими средства огневого поражения

Тактическая авиация – это часть военно-воздушных сил (ВВС) во многих странах, предназначенная для ведения боевых действий самостоятельно или совместно с сухопутными войсками и военно-морскими силами (ВМС). Самолеты ТА являются главной ударной силой ВВС этих государств. На вооружении ТА состоят тактические истребители, истребители-бомбардировщики, штурмовики, истребители, разведывательные и военно-транспортные самолеты, вертолеты.

Основу парка ТА США и стран НАТО составляют: F-15E Strike Eagle; F-16C/D Fighting Falcon; F/A-18E/F Super Hornet; F-22 Raptor; F-35 Lightning II; Mirage 2000; Eurofighter Typhoon; Panavia Tornado [46].

Основные ТТХ широко распространенных самолетов ТА США и стран НАТО представлены в таблице 1 по данным из материалов [47-55].

Самолеты ТА в качестве носителей боеприпасов ВТО могут нести следующее количество КР типа «воздух – поверхность» в обычном оснащении: F-15E – 3 КР; F-16C/D, F/A-18E/F и F-35 – 2 КР.

От обычных авиационных ракет КР отличаются траекторией и высотой полета: как правило, полет проходит на предельно низких высотах с огибанием рельефа местности. Кроме того, современные КР оснащают турбореактивными или прямоточными двигателями, что позволяет им преодолевать довольно значительные расстояния. Основными представителями данного класса боеприпасов являются следующие ракеты, стоящие на вооружении ТА США и стран НАТО: AGM-158 JASSM; AGM-84H SLAM-ER; Storm Shadow и др. [56].

Помимо КР в вооруженных конфликтах XXI в. получили широкое распространение другие авиационные средства поражения типа «воздух – земля», которые не являлись КР. К ним можно отнести ракеты: AGM-65 Maverick, AGM-114 Hellfire и Brimstone [56].

Кроме этого самолеты ТА могут применять и другие типы боеприпасов – планирующие авиабомбы (ПАБ) AGM-154 JSOW и управляемые авиационные бомбы (УАБ) с системой JDAM (Joint Direct Attack Munition) и ракеты СНИО, ориентированные на поражение РЛС комплексов ПВО. При этом комплект JDAM представляет собой комплект для оборудования свободнопадающих неуправляемых бомб. В состав комплекта входят крылья, крепящиеся в средней части неуправляемой бомбы, и хвостового блока, имеющего управляемое оперение, позволяющее бомбе маневрировать. Там же находится и система управления бомбой на основе инерциальной навигационной системы (ИНС) и GPS-приемника.

По информации различных средств массовой информации (СМИ) в военной операции США и их союзников в Персидском заливе (1991 г.) было использовано около 4 тыс. ракет AGM-114 Hellfire и около 5 тыс. ракет AGM-65 Maverick. Ракета Brimstone впервые была использована в Афганистане в 2009 г. Во время военной операции в Ливии (2011 г.) ВВС Великобритании израсходовали порядка 200 ракет Brimstone. Во время операции НАТО против Югославии (1999 г.) было сброшено более 650 УАБ типа JDAM. В результате было поражено 78% намеченных целей, при этом показатель надежности этих УАБ составил 96%.

Основные ТТХ наиболее распространенных средств ОПП (КР, УР, ПАБ и УАБ), несущихся самолетами ТА США и стран НАТО приведены в таблице 2 по данным из материалов [57-63].

Таблица 1 – ТТХ самолетов ТА – носителей ВТВ [47-55]

Характеристика	F-15E Strike Eagle	F-16C/D Fighting Falcon	F/A-18E/F Super Hornet	F-22 Raptor	F-35 Lightning II	Mirage 2000	Eurofighter Typhoon	Rapavia Tomado	Dassault Rafale
Страна-разработчик	США	США	США	США	США	Франция	Великобр.	Великобр. + ФРГ + Италия	Франция
Дальность действия с боевой нагрузкой, км	470	1565	980	760	1140	1852	1390	1390	1389
Скорость, км/ч	2655	2100	2100	1800-2410	1930	1100-2534	2450	1480	1915
Практический потолок, м	20000	15240	15000	20000	18200	16460	19800	15000	15200
ЭПР, м²	5,5	2,84	5,0 (расч.)	0,3	0,05	4,93	2,39	10,81	5,0 (расч.)
Узлов подвески	9	9	11	8 внутр. + 4 внеш.	4 внутр.	9	13	7	14
Ракетное вооружение «воздух – поверхность»	3 AGM-158 JASSM; AGM-154 JSOW; 6 AGM-65 Maverick; AGM-88 HARM;	2 AGM-158 JASSM; AGM-154 JSOW; 6 AGM-65A/B/D/G Maverick; 2 AGM-84 Harpoon; 4 AGM-88 HARM	AGM-158 JASSM; AGM-154 JSOW; AGM-65 Maverick; AGM-88 HARM; AGM-84H SLAM-ER	н/д	AGM-158 JASSM; Storm Shadow; Brimstone;	2 AM-39 Exocet; 2 Storm Shadow	AGM-84 Harpoon	AGM-65 Maverick; Brimstone; Sea Eagle; AGM-88 HARM; ALARM; TASM	AM-39 Exocet; MBDA Apache; Storm Shadow
Бомбовая нагрузка	GBU-10, -12, -15, 24, 28; Mk-20, -82, -84	4 GBU-10; 6 GBU-12; CBU-103, -104, -105; Mk-82, -84; 6 Mk-83	GBU-31	УАБ JDAM	УАБ JDAM; CBU-103, -104, -105	PGM 500; 2 AS-30L; 2 GBU-12; GBU-16; GBU-24; 2 GBU-49; ASMP-A; Spice 2000	УАБ JDAM; УАБ Paveway-2	GBU-15; BL-755; Mk-83; MW-1; JP233; LAU-51A; LR-25; WE177	УАБ ААSM/HAMMER
Ракетное вооружение «воздух – воздух»	8 AIM-120 AMRAAM; 4 AIM-9L Sidewinder; 4 AIM-7F Sparrow	6 AIM-120 AMRAAM; 4 AIM-9L Sidewinder; 4 AIM-7F Sparrow	AIM-120 AMRAAM; AIM-9X Sidewinder; AIM-7 Sparrow	6 AIM-120C AMRAAM; 2 AIM-9M; 6 AIM-7F-7M	6 AIM-132 ASRAAM; 6 AIM-120 AMRAAM; 2 AIM-9M	6 MBDA MICA; 2 R-550 Matra	AIM-9 Sidewinder	AIM-9 Sidewinder	AIM-132 ASRAAM; AIM-120 AMRAAM; AIM-9 Sidewinder; MBDA MICA; MBDA Meteor
Год принятия на вооружение	1989	1984	2001	1997	2006	2000	1996	1976	1986

Примечание:
н/д – нет данных; УАБ – управляемая авиационная бомба.

При поражении РЛС комплексов ПВО, РЛС системы разведки и контроля воздушного пространства, а также активно радиоизлучающих узлов связи при КП в составе системы управления ОФ, могут применяться авиационные ракеты СНИО. Они даже выделяются в отдельный тип оружия.

В настоящее время средства СНИО предназначены преимущественно для поражения таких ИРИ как РЛС. Однако, в настоящее время ведутся активные работы по приданию средствам СНИО определенной универсальности в части их применения против различных ИРИ, в том числе – против узлов радиосвязи, размещаемых на КП, вышек телевизионной, мобильной и транкинговой связи, отдельных образцов вооружения и военной техники, активно излучающих в радиодиапазоне.

Таблица 2 – ТТХ некоторых средств ОПП, несущихся самолетами ТА США и стран НАТО [48, 57-63]

Характеристика	AGM-158 JASSM	AGM-154 JSOW	AGM-65 Maverick	AGM-114 Hellfire	Storm Shadow	Brimstone	УАБ JDAM
Тип ракеты	КР	ПАБ	УР	УР	КР	УР	УАБ
Дальность действия, км	до 500	от 24 до 200	30	7-10	250	20	до 28
Скорость полета, км/ч	до 1000	до 1200	1150	1530	1050	н/д	свободное падение
Боевая часть, кг	430	450	57-135	8	300-450	6,2	от 230 кг (GBU-38) до 910 кг (GBU-31)
Точность поражения цели (КВО), м	до 3	до 30	до 1,5	до 1,5	до 1,8	н/д	11
Вероятность поражения цели	н/д	н/д	0,6-0,8	0,8-0,9	н/д	н/д	0,7-0,8
Система наведения	ИК ГСН	ИНС/GPS	Различные типы ГСН: ИК; Л; ИК ОЭС; ТВ ОЭС	ИНС с активной РЛ ГСН	ИНС/GPS+ ИК ГСН	ИНС с полуактивной Л ГСН	ИНС/GPS
Год принятия на вооружение	2003	1996	1972	1988	2003	2005	1997
Страна – производитель	США	США	США	США	Франция	Великобритания	США

Примечания:

н/д – нет данных; ИК – инфракрасный; ИНС – инерциальная система наведения; ТВ – телевизионный; Л – лазерный; РЛ – радиолокационный; ГСН – головка самонаведения; ОЭС – оптико-электронная система; ПАБ – планирующая авиационная бомба; GPS – Global Positioning System – спутниковая радионавигационная система.

Анализ использования ракет СНИО в военных конфликтах XXI в. показал, что к наиболее распространенным таким ракетам относятся AGM-88D HARM и ALARM. Вместе с тем в настоящее время ракеты СНИО активно совершенствуются, в связи с чем целесообразным является рассмотрение таких перспективных образцов этого оружия как: AGM-88E AARGM; AGM-88E AARGM-ER; ARMAT [64].

Основные ТТХ этих ракет представлены в таблице 3 по данным из материалов [64, 65].

Таблица 3 – ТТХ некоторых распространенных ракет СНИО [64, 65]

Характеристика	AGM-88D HARM	AGM-88E AARGM	AGM-88G AARGM-ER	ALARM
Дальность действия, км	80	60-170	до 300	93
Скорость км/ч	до 2000	до 2200	до 2200	2500
Боевая часть, кг	до 70	до 70	н/д	н/д
Точность поражения цели, км	7-9	7,3-9	н/д	н/д
Вероятность поражения цели	0,7-0,9	0,7-0,9	0,7-0,9	н/д
Профиль полета	Прямолинейный полет на поражаемый ИРИ	Прямолинейный полет на поражаемый ИРИ; Полет с огибанием рельефа местности	Прямолинейный полет на поражаемый ИРИ; Полет с огибанием рельефа местности	После запуска ракета набирает высоту от 12-17 км, выключает двигатель и выпускает парашют. Спускаясь на парашюте, ракета осуществляет поиск ИРИ
Система наведения	ИНС; Самонаведение на ИРИ	ИНС с коррекцией по GPS; технология DTED полета по электронным картам местности	ИНС с коррекцией по GPS; технология DTED полета по электронным картам местности	ИНС; Самонаведение на ИРИ; Режим парашютного барражирования при поиске цели
Год принятия на вооружение	1982	2010	Ожидается в период 2022-2025	1991
Страна производитель	США	США	США	Великобритания

Примечание:

DTED – Digital Terrain Elevation Data – стандарт цифровых данных о высоте местности.

3.1.2. Вертолеты армейской авиации и носимые ими средства огневого поражения

Армейская авиация – род авиации, предназначенный для непосредственной авиационной поддержки и обеспечения боевых действий войск и выполнения других задач, оснащенный в основном вертолетами различного назначения.

С возрастанием боевых возможностей АА, улучшением летно-технических характеристик вертолетов и оснащении их современными ВТБ, они превратились в самостоятельные средства вооруженной борьбы, способные решать на поле боя различные задачи по разгрому противника.

Основу вооружения подразделений и частей АА составляют вертолеты различных типов и модификаций. По своему целевому предназначению вертолеты АА подразделяются на четыре основных класса: боевые; разведывательные; многоцелевые и транспортно-десантные.

Основными боевыми вертолетами АА США и стран НАТО являются: AH-64 Apache; AH-Z Viper; AS-565 Panther; A-129 и др. [66].

Основные ТТХ боевых вертолетов АА США и стран НАТО представлены в таблице 4 по материалам [67-72].

Основные ТТХ средств ООП, носимых вертолетами АА США и стран НАТО, приведены в таблице 5 по материалам [57, 61, 73-76].

Таблица 4 – Основные ТТХ боевых вертолетов АА США и стран НАТО [67-72]

Характеристика	АН-64D Apache	АН-1Z Viper	AS-565M	A-129 Mangusta CVT	РАН-2 (НАР) Tiger	T-129 АТАК
Страна-разработчик	США	США	Франция	Италия	Евросоюз	Турция/Италия
Дальность действия с боевой нагрузкой, км	480	685	400	600	800	561
Скорость, км/ч	до 276	до 296	296	315	280	278
Практический потолок, м	4465	6100	4300	6500	3500	6100
Количество узлов подвески	4	6	2	4	4	4
Ракетное вооружение «воздух – поверхность»	16 (4×4) ПТУР AGM-114D Longbow Hellfire или 4 ПУ M260 или LAU-61/A с 19×70-мм НУР CRV7 или Hydra70	8 (2×4) ПТУР BGM-71 TOW или 16 (2×8) AGM-114 Hellfire, 4 ПУ LAU-61A, LAU-68A/A, LAU-68A, LAU-68B/A, LAU-69 с 70-мм НУР или 127-мм реактивные бомбы Zuni. Возможна установка: 4 УР AGM-65 Maveric, 4 УР Sidearm, 2 бомбы CBU-55B	2 ПУ 22×68-мм Thomson-Brandt или 19×70-мм Forges de Zeebrugge или 4 ПТУР HOT	8 ПТУР AGM-164 Hellfire или TOW2 или 76×70-мм или 38×81-мм НУР	8 ПТУР HOT2 или TRIGAT LR	8 ПТУР AGM-164 Hellfire или TOW2 или 76×70-мм или 38×81-мм НУР
Ракетное вооружение «воздух – воздух»	4 УР AIM-92 Stinger или AIM-9 Sidewinder, Mistral и Sidearm	4 УР AIM-92 Stinger или AIM-9L Sidewinder	2×2 УР Matra Mistral	4 (8) УР AIM-92 Stinger или Mistral	4 УР Mistral или AIM-92 Stinger	2 УР AIM-92 Stinger или Mistral
Год принятия на вооружение	1991	2000	1992	2002	1991	2009

Примечание: НУР – неуправляемая ракета; ПТУР – противотанковая управляемая ракета; ПУ – пусковая установка; УР – управляемая ракета.

Таблица 5 – ТТХ некоторых средств ОПП,
несущихся вертолетами АА США и стран НАТО [57, 61, 73-76]

Характеристика	AGM-65 Maverick	AGM-114 Hellfire	НОТ 2	НОТ 3	BGM-71A TOW	BGM-71D TOW2
Тип ракеты	УР	ПТУР	ПТУР	ПТУР	ПТУР	ПТУР
Дальность действия, км	30	7-10	4	4	3	4
Скорость полета, км/ч	1150	1530	900	900	1000	до 1000
Боевая часть, кг	57-135	8	5	6,5	3,9	5,9
Точность поражения цели (КВО), м	до 1,5	до 1,5	-	-	-	-
Вероятность пораже- ния цели	0,6-0,8	0,8-0,9	-	-	-	-
Система наведения	различные типы ГСН: ИК; Л; ИК ОЭС; ТВ ОЭС	ИНС с ак- тивной РЛ ГСН	командная полуавто- матическая, по прово- дам	командная полуавто- матическая, по прово- дам	командная полуавто- матическая, по прово- дам	командная полуавто- матическая, по прово- дам
Год принятия на во- оружение	1972	1988	1985	1998	1972	1983
Страна – производи- тель	США	США	Франция / Германия	Франция / Германия	США	США

3.1.3. Беспилотные летательные аппараты и носимые ими средства огневого поражения

Для исключения потерь пилотируемой авиации в зонах действия комплексов ПВО широко применяются БпЛА – носители ВТБ: КР и высокоточных бомб, а также БпЛА-камикадзе.

Основным преимуществом БпЛА по сравнению с самолетами ТА и вертолетами АА является возможность ведения разведки и уничтожения целей в районах еще действующей ПВО, что исключает потери среди летного состава.

Из БпЛА, стоящих на вооружении ВВС США и стран НАТО, наиболее широко распространёнными и перспективными являются следующие БпЛА [77]: MQ-1 Predator, MQ-9 Reaper и Bayraktar TB2. Ориентировочные ТТХ этих БпЛА представлены в таблице 6 по материалам работ [78, 79, 80].

Дальности боевого применения типовых боеприпасов БпЛА намного меньше чем у самолетов ТА и вертолетов АА, однако это не мешает сделать вывод, о потенциальной возможности массированного применения БпЛА как носителей ВТО.

Основные ТТХ средств ООП, которые могут нести БпЛА, приведены в таблице 7 по материалам [57, 81-85].

Кроме того, в последнее время активно ведутся разработки такого типа БпЛА как барражирующие боеприпасы или «БпЛА-камикадзе», которые занимают «нишу» между КР и ударными БпЛА и имеют общие характеристики с обоими. Они отличаются от КР тем, что предназначены для относительно длительного пребывания в районе цели, а от БпЛА – тем, что барражирующий боеприпас предназначен для использования при атаке и имеет встроенную боеголовку.

Таблица 6 – ТТХ некоторых БПЛА ВВС США и стран НАТО [78, 79, 80]

Характеристика	MQ-1 Predator	MQ-9 Reaper	Bayraktar TB2
Тип БПЛА	Тяжелый	Тяжелый	Средний
Страна-производитель	США	США	Турция
Текущее состояние	В резерве	Используется	Используется
Дальность действия с боевой нагрузкой, км	740	1900	150
Продолжительность полета, ч	20-30	24-27	24
Скорость, км\ч	110-130	250-315	130-200
Высота полета, км	до 8	до 15	до 8,2
Дальность управления	Глобальная через ССС	Глобальная через ССС	150 км от наземного КП; ведутся работы по установке станции ССС
Количество узлов подвески	2	6	4
Вооружение	2 УР AGM-114 Hellfire; или 2-4 ракеты AIM-92 Stinger; или 6 ракет AGM-176 Griffin	до 8 УР AGM-114 Hellfire; или 4 УР AGM-114 Hellfire и 2 УАБ Mark 82 с лазерным наведением (GBU-12 Paveway II); или бомбы Mark 82 с GPS-наведением (GBU-38 JDAM)	4 ПТУР UMTAS с лазерным наведением; или планирующие высокоточные авиабомбы Roketsan MAM-C, MAM-L, MAM-T
Год принятия на вооружение	2005	2007	2015

Примечание:

ССС – спутниковая система связи.

Таблица 7 – ТТХ некоторых средств ОПП, несущихся БПЛА США и стран НАТО [57, 81-85]

Характеристика	AGM-114 Hellfire	AGM-176 Griffin	MAM-C	MAM-L	MAM-T	GBU-12 Paveway II
Тип ракеты	УР	УР	ПТУР	ПТУР	ПТУР	УАБ
Дальность действия, км	7-10	15	8	до 14	30	15
Скорость полета, км/ч	1530		н/д	н/д	н/д	н/д
Боевая часть, кг	8	5,9	2,5	10	н/д	87
Точность поражения цели (КВО), м	до 1,5	н/д	1	1	1	9
Вероятность поражения цели	0,8-0,9	н/д	0,9	0,9	0,9	н/д
Система наведения	ИНС с активной РЛГСН	ИНС с полуактивной РЛГСН	Полуактивная ЛГСН	ИНС с полуактивной ЛГСН	ИНС/GPS+ЛГСН	ИНС/GPS+ЛГСН
БПЛА – носитель	MQ-1 Predator; MQ-9 Reaper	MQ-1 Predator	Bayraktar TB2	Bayraktar TB2	Bayraktar TB2	MQ-9 Reaper
Год принятия на вооружение	1988	2008	2016	2016	н/д	1976
Страна – производитель	США	США	Турция	Турция	Турция	США

Популярность барражирующих боеприпасов объясняется тем, что их можно использовать там, где невозможным представляется применение поддержки авиации с воздуха или артиллерии с земли. Кроме того, они могут в ряде случаев заменить УР, когда последние слишком дороги для уничтожения

определенной цели. Основными представителями барражирующих «БПЛА-камикадзе» являются: Sky Striker, Harop, Orbiter-1K и др. [30].

3.1.4. Реактивные системы залпового огня

Как показывает опыт вооруженных конфликтов последних лет, огневое превосходство над противником продолжает иметь решающее значение для его решительного разгрома и достижения целей боя. А потому роль реактивной артиллерии при выполнении задач ОПП, несмотря на массированное применение в боевых действиях самолетов ТА и вертолетов АА и БПЛА, остается актуальной как никогда. Современные РСЗО представляют собой один из ключевых видов вооружения СВ, способные обеспечить огневое превосходство с последующим завоеванием и удержанием инициативы на поле боя [86].

Основными РСЗО США и стран НАТО являются: M270 MLRS, M 142 HIMARS, T-122 Sakarya, LAR-160 и др. Основные ТТХ этих РСЗО приведены в таблице 8 по материалам [86].

Таблица 8 – Основные ТТХ РСЗО США и стран НАТО [86, 87]

Характеристика	M270 MLRS	M142 HIMARS	Teruel-3	T-122 Sakarya	LAR-160
Расчет, чел.	3	3	5	3	5
Боевая масса, т	25,2	13,7	10	20,6	32
Основное вооружение:	12 НУРС типа M26A1 или 12 УРС типа GMLRS M30 или 2 ОТР типа ATACMS	6 НУРС типа M26A1 или 6 УРС типа GMLRS M30 или 1 ОТР типа ATACMS	2 моноблока по 20 НУРС типа Teruel-3	2 моноблока по 20 НУРС типа TR-122 и TRB-122	2 моноблока по 18 НУРС типа Mk-2
Дальность стрельбы, км:					
минимальная:	2	10	6	3	7
максимальная:					
- НУРС	45	45	28	40	45
- УРС GMLRS M30	70	70	-	-	-
- ОТР ATACMS	190-300	190-300	-	-	-
Площадь поражения одним залпом, км ²	0,25	0,125	0,2	0,25	0,03
Время полного залпа, с	8	8	6	6	18
Страна производитель	США	США	Испания	Турция	Израиль
Год принятия на вооружение	1983	2002	1982	2005	1983

Расширение числа боевых задач, решаемых РСЗО, достигается, как правило, созданием различных типов боевых частей реактивных снарядов (РС). В большинстве случаев они являются кассетными, а их снаряжение может варьироваться от обычных кумулятивных или осколочных боевых элементов, поражающих большие площадные цели, до самонаводящихся и самоприцеливающихся боевых элементов, способных самостоятельно обнаруживать и поражать отдельные объекты. Основные ТТХ РС РСЗО США и стран НАТО представлены в таблице 9 по материалам [86, 87].

Таблица 9 – Основные ТТХ РС РСЗО США и стран НАТО [86, 87]

Характеристика	M26A1	GMLRS M30	Teruel-3	TR-122	TRK-122	Mk-2
Калибр, мм	240	227	140	122	122	160
Дальность стрельбы, км:						
- минимальная	2	10	6	10	16	7
- максимальная	45	70	28	40	30	45
Тип боевой части:	Кассетный с 664 КОБЭ M77	Кассетный с 404 КОБЭ M77 или M85	ОФ и кассетная с 42 ОБЭ или 28 КБЭ или 6 ПТМ	ОФ 2400 осколков	Кассетная с 5500 осколков	ОФ и кассетная с 104 КОБЭ M77
Снаряда, кг	258	308	76	65,9	71,6	110
Боевая часть, кг	159	107	21	18,4	22,9	46

Примечание:

ОБЭ – осколочные боевые элементы; КОБЭ – кумулятивно-осколочные боевые элементы; ОФ – осколочно-фугасный; ПТМ – противотанковая мина.

Кроме стрельбы РС РСЗО могут запускать и ОТР. Прототипами таких ракет наземного базирования могут являться ракеты, стоящие на вооружении сухопутных войск США и стран НАТО: MGM-140A, MGM-164B, MGM-168A и др. Основные ТТХ некоторых ОТР, которые могут запускаться РСЗО приведены в таблице 10 по материалам [86, 87, 88].

Таблица 10 – ТТХ некоторых распространенных ОТР, стоящих на вооружении ВС США и стран НАТО [86, 87, 88]

Характеристика	MGM-140A ATACMS Block 1	MGM-140B ATACMS Block 1A	MGM-164A ATACMS Block 2	MGM-168A ATACMS Block 4A	PrSM (Precision Strike Missile)
Дальность действия, км	до 165	до 300	до 220	до 270	60-500
Боевая часть, кг	560	160	268	227	н/д
Точность поражения цели (КВО), м	225-250	25	10	10	не хуже 10
Профиль полета	Полубаллистический с макс. высотой полета 50 км				
Система наведения	ИНС	ИНС с коррекцией по GPS			
Система распознавания целей	Отсутствует		РЛГСН; ИК ОЭС ГСН		н/д
Год принятия на вооружение	1991	1998	2003	2003	Ожидается принятие на вооружение в 2023-2025
Тип боевой части	Кассетная 950 БЭ M74	Кассетная 275 БЭ M74	Кассетная 13 самонаводящихся БЭ	ОФ WDU-18/B	н/д

Примечание:

БЭ – боевые элементы.

Таким образом, системы реактивной артиллерии, в том числе большой дальности, занимая по своим боевым возможностям промежуточное положение между орудиями полевой артиллерии и ракетами воздушного базирования, позволяют решать широкий спектр огневых задач и обеспечивают высокую степень оперативной внезапности нанесения ударов по противнику.

3.2. Силы и средства войсковой ПВО, как средства защиты от средств огневого поражения

Основное предназначение войсковой ПВО – непосредственная защита подразделений и группировок СВ от СВН противника на поле боя, резервов, а также военных объектов боевого и тылового обеспечения.

Опыт последних локальных конфликтов наглядно показал, что вероятность уничтожения системы управления войсками с помощью массированного применения ВТБ очень высока. Таким образом, единственным эффективным средством отражения удара СВН с малых и средних высот являются средства войсковой ПВО.

3.2.1. Силы и средства войсковой ПВО ближнего действия и малой дальности

Большую часть войсковой ПВО составляют ЗРК, ЗРПК, ПЗРК, ЗСУ и др. Эти средства, как правило, состоят на вооружении подразделений ПВО СВ, например, зенитных ракетных дивизионов различных бригад, дивизий или армейских корпусов, полков армейских корпусов и зенитно-артиллерийских полков дивизий и других соединениях [89].

Рассматривая отечественное вооружение, необходимо особо остановиться на ЗРК БД, таких как: ЗРК Стрела-10М4, ЗРПК Тунгуска-М1, ЗСУ Шилка, ПЗРК Верба и ЗРК МД: Тор-М1/М2 и ОСА-АКМ [89, 90]. Основные ТТХ этих комплексов представлены в таблице 11 по данным из работ [89-92].

Таблица 11 – Основные ТТХ комплексов войсковой ПВО БД и МД [89-92]

Характеристика	ЗРК Тор-М2У	ЗРК Оса-АКМ	ЗРК Стрела-10М4	ЗРПК Тунгуска-М1	ЗСУ-23-4 Шилка	ПЗРК Верба
Дальность обнаружения целей, км	до 27	до 45	до 20	до 18	до 20	-
Вероятность поражения одной ЗУР	0,45-0,8	0,4-0,8	0,3-0,6	0,6-0,7	0,4	0,33-0,48
Число одновременно обстреливаемых целей, шт	4	1	1	1	1	1
Время реакции, с	7,4	16-26	5-10	10	-	12
Зона поражения, км: Ракетным вооружением:						
- по дальности	1-15	1,5-10	0,8-5	2,5-8	-	0,5-6
- по высоте	0,01-10	0,025-5	0-3,5	0,015-3,5	-	0,01-3,5
Пушечным вооружением:						
- по дальности	-	-	-	0,2-4	0-2,5	-
- по высоте	-	-	-	0-3	0-1,5	-
Скорость поражаемых целей, м/с	до 1000	500	420	500	450	400
Масса ракеты, кг	168	128	42,5	42	-	17,25
Масса боевой части, кг	15	15	3	9	-	2,5
Боекомплект ЗУР на боевой машине, шт	8	6	8	8 ЗУР+ 1904 30-мм В	2000 23-мм В	1
Год принятия на вооружение	2012	1980	2015	2003	1965	2014

Примечание:

ЗУР – зенитная управляемая ракета; В – выстрел.

Артиллерийские и зенитные средства МД и БД находятся непосредственно в боевых порядках прикрываемых войск на удалениях до 1500 м от ЛБС, осуществляя стрельбу с огневых (стартовых) позиции по целям на малых и сверхмалых высотах.

Основными целями для современных средств войсковой ПВО БД и МД являются не столько самолеты ТА и вертолеты, совсем еще недавно составляющие основную ударную силу СВН, но и КР, УР, БпЛА, РС РСЗО и ОТР [90].

3.2.2. Силы и средства войсковой ПВО средней дальности

Огневые позиции ЗРК СД типа «Бук» (в модификациях Бук-М1, -М1-2, -М2, -М3) с дальностью действия до 70 км расположенные в первом и втором эшелоне ОФ. Данные средства создают сплошную зону поражения, тем самым обеспечивая прикрытие от СВН всего воинского формирования, ведущего оборону. Боевые возможности ЗРК СД позволяют поражать воздушные цели в широком диапазоне высот и скоростей полета. Основные ТТХ данных комплексов представлены в таблице 12 [93-96].

Таблица 12 – Основные ТТХ комплексов войсковой ПВО СД [93-96]

Характеристика	Бук-М1	Бук-М1-2	Бук-М2	Бук-М3
Год принятия на вооружение	1983	1998	2008	2016
Зона поражения, км:				
- по дальности	3,32-35	до 45	3-50	2,5-70
- по высоте	0,015-22	до 25	0,01-25	0,015-35
Вероятность поражения одной ракетой:				
- самолета	0,8-0,95	0,9-0,95	0,9-0,95	0,97
- КР	0,4-0,6	0,5-0,7	0,7-0,8	0,8
- вертолета	0,3-0,6	0,3-0,6	0,7-0,8	0,95
Число одновременно обстреливаемых целей дивизионом, шт	18	22	24	36
Максимальная скорость поражаемых целей, м/с	800	1100	1100	3000
Время реакции, с	22	15	10	
Время разворачивания/свертывания, мин.	5	5	5	5
Масса боевой части ЗУР, кг	70	50-70	70	62
Максимальная скорость ЗУР, м/с	850	1230	1230	1550
Число ЗУР на боевой машине, шт	4	4	4	6/12

3.2.3. Силы и средства войсковой ПВО дальнего действия

Дивизионы ЗРК ДД типа С-300ВМ «Антей-2500» и С-300В4 с дальностью действия более 100 км, расположены за ЗРК СД второго эшелона и обеспечивающие прикрытие наиболее важных объектов и сил оперативного построения СВ.

ЗРК ДД предназначен для обороны важных войсковых объектов, группировок войск и административно-промышленных центров от ударов всех типов самолетов и вертолетов, крылатых ракет, других аэродинамических средств

воздушного нападения, а также аэробаллистических и баллистических ракет оперативно-тактического назначения. Их боевая работа обеспечивается днем и ночью в различных метеоусловиях, в сложной помеховой обстановке и при массированном применении СВН. Основные ТТХ данных комплексов представлены в таблице 13 [97-98].

Таблица 13 – Основные ТТХ комплексов войсковой ПВО ДД [97-98]

Характеристика	C-300B	C-300BM	C-300B4
Год принятия на вооружение	1988	2014	2015
Зона поражения, км:			
- по дальности	до 100	до 200	до 400
- по высоте	0,025-30	0,025-30	до 40
Вероятность поражения одной ракетой:			
- самолета	0,7-0,9	0,7-0,9	0,7-0,9
- КР	0,5-0,7	0,5-0,7	0,5-0,7
- вертолета	0,7-0,9	0,7-0,9	0,7-0,9
Число одновременно обстреливаемых целей дивизионом, шт	24	24	24
Максимальная скорость поражаемых целей, м/с	3000	4500	4600
Время реакции, с	15	7,5	7,5
Время разворачивания/свертывания, мин.	5	6	6
Масса боевой части ЗУР, кг	150	150	14,8/4,7
Максимальная скорость ЗУР, м/с	1700/2400	1700/2400	1700/2400
Число ЗУР на боевой машине	4/2	4/2	4/2

Выводы

В статье на основе анализа открытых источников представлены результаты систематизации и анализа основных средств ОПП в составе ВС США и стран НАТО: самолеты ТА, БпЛА, вертолеты АА, РСЗО, несущиеся ими средства поражения, а также отечественные средства противодействия им – комплексы войсковой ПВО. Проведенный анализ позволил вскрыть основные особенности применения вышеуказанных средств ОПП, а также провести многоаспектный подробный анализ современных комплексов войсковой ПВО.

Элементами новизны работы являются выявленные общие тенденции развития конфликта «средства ОПП – средства войсковой ПВО», а также обобщённые тактико-технические характеристики типовых средств ОПП, входящие в состав ВС США (самолеты ТА, БпЛА, вертолеты АА, РСЗО, а также их средства поражения), которые могут использоваться при нанесении ОПП и отечественных средств войсковой ПВО, в составе ОФ.

Проведенный анализ текущего состояния средств огневого поражения в вооруженных силах иностранных государств и средств отечественной войсковой ПВО показывает необходимость модернизации существующих средств войсковой ПВО.

Материал статьи может использоваться для формирования исходных данных при моделировании и исследовании боевой эффективности комплексов войсковой ПВО в условиях их противодействия средствам ОПП. Также, данная

статья может быть полезна конструкторам, проектирующим перспективные средства войсковой ПВО при решении ими целевых задач.

Литература

1. Батюшкин С. А., Кужилин В. Ф. Подготовка и ведение боевых действий общевойсковых формирований в локальных войнах и вооруженных конфликтах: военно-теоретический труд. – М.: Воениздат, 2006. – 440 с.
2. Усиков А. В., Бурутин, Г. А., Гаврилов В. А., Ташлыков С. Л. Военное искусство в локальных войнах и вооруженных конфликтах. – М.: Военное издательство, 2008. – 768 с.
3. The U.S. Army in Multi-Domain Operations 2028. – Washington: U.S. Army Training and Doctrine Command, 2018. – 102 p.
4. Шнырков Д. Концепция «Всеобъемлющая операция» // Армейский сборник. 2021. № 8. С. 192-198.
5. Бейдин Н. Н. Огневое поражение противника в бою мотострелкового соединения: проблемы и пути их решения // Военная мысль. 2021. № 2. С. 36-42.
6. Черныш Л. Я. Левшин В. И. Линчук Н. Л. Некоторые вопросы теории огневого поражения противника в операциях // Военная мысль. 1994. № 7. С. 22-26.
7. FM 3-0. Operations. Department of U.S. Army. – Washington, 2017. – 364 p.
8. Афонин И. Е., Макаренко С. И., Петров С. В. Описательная модель комплексов разведки, используемых для вскрытия системы воздушно-космической обороны и целеуказания при нанесении удара средствами воздушно-космического нападения // Системы управления, связи и безопасности. 2021. № 1. С. 190-214. DOI: 10.24411/2410-9916-2021-10108.
9. Ананьев А. В., Рыбалко А. Г., Петренко С. П., Ильинов Е. В. Способ совместного применения беспилотных летательных аппаратов малого класса и многофункциональных бомбардировщиков при поражении средств противовоздушной обороны на маршруте полета // Воздушно-космические силы. Теория и практика. 2021. № 19. С. 10-28. DOI: 10.24412/2500-4352-2021-19-10-28.
10. Краснов А. Система ПВО и малозаметные средства воздушного нападения // Зарубежное военное обозрение. 1995. № 5. С. 46-51.
11. Афонин И. Е., Макаренко С. И., Петров С. В. Описательная модель подсистемы радиоэлектронного подавления в составе средств воздушно-космического нападения, используемых для нарушения функционирования элементов системы воздушно-космической обороны // Системы управления, связи и безопасности. 2021. № 2. С. 76-95. DOI: 10.24412/2410-9916-2021-2-76-95.
12. Аминов С. ПВО в борьбе в БПЛА // Беспилотная авиация [Электронный ресурс]. 03.04.2012. – URL: http://www.uav.ru/articles/pvo_vs_uav.pdf (дата обращения 15.11.2021).

13. Пономарчук Е. Крылья, сломанные бурей. Потери авиационной техники многонациональных сил и Ирака в ходе войны 1991 года // Art of War [Электронный ресурс]. 01.07.2011. – URL: http://artofwar.ru/p/ponomarchuk_e/text_0100.shtml (дата обращения 22.11.2021).

14. Ананьев А. В., Рыбалко А. Г., Филатов С. В., Лазорак А. В. БпЛА в составе авиационных формирований // Арсенал Отечества. 2020. № 5 (49). С. 70-76.

15. Ананьев А. В., Рыбалко А. Г., Рязанцев Л. Б., Клевцо Р. П. Применение разведывательно-ударных групп беспилотных летательных аппаратов малого класса по объектам аэродромных участков дорог // Военная мысль. 2020. № 1. С. 85-98.

16. Ананьев А. В., Филатов С. В., Рыбалко А. Г. Статистическая оценка ударных возможностей беспилотных летательных аппаратов малой дальности при решении задач пилотируемой авиации // Известия Тульского государственного университета. Технические науки, 2018. № 12. С. 455-460.

17. Казарьян Б. И. Беспилотные аппараты. Способы применения в составе боевых систем // Военная мысль. 2012. № 3. С. 21-26.

18. Лузан А. Г. Новые концепции структуры и боевого применения Войск ПВО Сухопутных войск – требование времени // Воздушно-космическая сфера. 2018. № 4 (97). С. 66-77.

19. Лузан А. Г. Перспективы развития мини-БЛА и способы борьбы с ними. Часть I // Воздушно-космическая сфера. 2020. № 4. С. 58-65.

20. Лузан А. Г. Перспективы развития мини-БЛА и способы борьбы с ними. Часть II // Воздушно-космическая сфера. 2021. № 1. С. 98-105.

21. Годунов А. И., Шишков С. В., Бикеев Р. Р. Модель определения геометрических изменений на кадрах видеопоследовательности для обнаружения малогабаритных беспилотных летательных аппаратов // Проблемы автоматизации и управления в технических системах. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2015. – Т. 1. – С. 331-335.

22. Митрофанов Д. Г., Шишков С. В. Инновационный подход к вопросу обнаружения малогабаритных беспилотных летательных аппаратов // Известия южного федерального университета. Технические науки. 2018. № 1. С. 28-40.

23. Ростопчин В. В. Ударные беспилотные летательные аппараты и противовоздушная оборона – проблемы и перспективы противостояния // Беспилотная авиация [Электронный ресурс]. 2019. – URL: <https://www.researchgate.net/publication/331772628> (дата обращения 03.12.2021).

24. Ростопчин В. В. «Напасть XXI века»: стороны одной «медали» // Авиапанорама. 2018. № 4. С. 12-17. 12.

25. Ростопчин В. В. «Напасть XXI века»: стороны одной «медали» (продолжение) // Авиапанорама. 2018. № 5. С. 8-21.

26. Ростопчин В. В. «Напасть XXI века»: стороны одной «медали» (продолжение) // Авиапанорама. 2018. № 6. С. 16-23.

27. Ростопчин В. В. «Напасть XXI века»: стороны одной «медали» (продолжение) // Авиапанорама. 2019. № 1. С. 12-17.

28. Ростопчин В. В. «Напасть XXI века»: стороны одной «медали» (продолжение) // Авиапанорама. 2019. № 1. С. 28-51.

29. Макаренко С. И. Противодействие беспилотным летательным аппаратам. Монография. – СПб.: Научное издательство «Лань», 2020. – 204 с.

30. Афонин И. Е., Макаренко С. И., Петров С. В., Привалов А. А. Анализ опыта боевого применения групп беспилотных летательных аппаратов для поражения зенитно-ракетных комплексов системы противовоздушной обороны в военных конфликтах в Сирии, в Ливии и в Нагорном Карабахе // Системы управления, связи и безопасности. 2020. № 4. С. 163-191. DOI: 10.24411/2410-9916-2020-10406.

31. Филин Е. Д., Киричек Р. В. Методы обнаружения малоразмерных беспилотных летательных аппаратов на основе анализа электромагнитного спектра // Информационные технологии и телекоммуникации. 2018. Т. 6. № 2. С. 88-93.

32. Грудинин И. В., Майбуров Д. Г. Метод оперативной адаптации информационно управленческого ресурса отражения удара средств воздушно-космического нападения противника // Вестник Академии военных наук. 2018. № 4 (65). С. 82-90.

33. Дыбов В. Н., Подгорных Ю. Д. Об устойчивости воздушно-космической обороны Российской Федерации // Военная мысль. 2019. № 10. С. 33-40.

34. Боев С. Ф., Рахманов А. А., Слока В. К. Сетецентрические системы регионального управления реального масштаба времени // Мехатроника, автоматизация, управление. 2009. № 3. С. 64-68.

35. Боев С. Ф. Концепция интегрированной системы ракетно-космической обороны России // Вопросы радиоэлектроники. 2019. № 3. С. 7-11.

36. Бориско С. Н., Горемыкин С. А. Анализ состояния воздушно-космических сил России. Перспективы развития // Военная мысль. 2019. № 1. С. 25-37.

37. Кочкаров А. А., Путято С. А., Петроченков Д. М. Анализ направлений создания специализированных авиационно-космических систем радиолокационного наблюдения средств воздушного нападения // Вестник Ярославского высшего военного училища противовоздушной обороны. 2020. № 1 (8). С. 17-23.

38. Макаренко С. И. Использование космического пространства в военных целях: современное состояние и перспективы развития систем информационно-космического обеспечения и средств вооружения // Системы управления, связи и безопасности. 2016. № 4. С. 161-213.

39. Макаренко С. И., Ковальский А. А., Афонин И. Е. Обоснование перспективных направлений развития системы противокосмической обороны Российской Федерации в интересах своевременного вскрытия и отражения «Быстрого глобального удара» средств воздушно-космического нападения // Воздушно-космические силы. Теория и практика. 2020. № 16. С. 99-115.

40. Афонин Е. А., Макаренко С. И., Митрофанов Д. В. Анализ концепции «быстрого глобального удара» средствами воздушно-космического нападения и обоснование перспективных направлений развития системы воздушно-космической обороны в Арктике в интересах защиты от него // Воздушно-космические силы. Теория и практика. 2020. № 15. С. 75-89.
41. Гаврилов А. Д. Проблемы борьбы с современными средствами воздушного нападения // Известия РАН. 2018. № 3 С. 15-20.
42. Воронов В. А., Чикина М. Г., Прохорова Д. Ю. Методический подход к оценке эффективности отражения воздушного нападения противника в операциях объединения Сухопутных войск // Военная мысль. 2019. № 6. С. 125-128.
43. Друзин С. В, Майоров В. В., Горевич Б. Н. Создание перспективной системы вооружения войсковой ПВО нового облика // Вестник Концерна ВКО «Алмаз – Антей». 2019. № 4. С. 7- 22.
44. Созинов П. А. Актуальные задачи математического моделирования систем воздушно-космической обороны // Вестник Концерна ВКО «Алмаз – Антей». 2017. № 3. С 17-27.
45. Рябинин И. А., Можаяев А. С., Свирин С. К., Поленин В. И. Модель отражения системой ПВО ударов средств воздушного нападения противника // Морская радиоэлектроника. 2010. № 2 (23). С. 54-60.
46. The Military Balance 2021. The International Institute for Strategic Studies 2021. – London, Taylor & Francis Publ., 2021. 524 p.
47. F-15E Strike Eagle // Уголок неба: большая авиационная энциклопедия [Электронный ресурс]. 2004. – URL: <http://www.airwar.ru/enc/fighter/f15c.html> (дата обращения 12.10.2021).
48. F-16C/D Fighting Falcon // Уголок неба: большая авиационная энциклопедия [Электронный ресурс]. 2019. – URL: <http://www.airwar.ru/enc/fighter/f16cd.html> (дата обращения 12.10.2021).
49. F/A-18E/F Super Hornet // Уголок неба: большая авиационная энциклопедия [Электронный ресурс]. 2009. – URL: <http://www.airwar.ru/enc/fighter/f18ef.html> (дата обращения 12.10.2021).
50. F-22 Raptor // Уголок неба: большая авиационная энциклопедия [Электронный ресурс]. 2009. – URL: <http://www.airwar.ru/enc/fighter/f22.html> (дата обращения 12.10.2021).
51. F-35Lightning II // Уголок неба: большая авиационная энциклопедия [Электронный ресурс]. 2008. – URL: <http://www.airwar.ru/enc/fighter/x35.html> (дата обращения 12.10.2021).
52. Mirage 2000 // Уголок неба: большая авиационная энциклопедия [Электронный ресурс]. 2012. – URL: <http://www.airwar.ru/enc/fighter/mirag2.html> (дата обращения 12.10.2021).
53. Eurofighter Typhoon // Уголок неба: большая авиационная энциклопедия [Электронный ресурс]. 2010. – URL: <http://www.airwar.ru/enc/fww2/typhoon.html> (дата обращения 12.10.2021).

54. Panavia Tornado // Уголок неба: большая авиационная энциклопедия [Электронный ресурс]. 2004. – URL: <http://www.airwar.ru/enc/fighter/torndgr1b.html> (дата обращения 12.10.2021).

55. Dassault Rafale // Уголок неба: большая авиационная энциклопедия [Электронный ресурс]. 2009. – URL: <http://www.airwar.ru/enc/fighter/rafal.html> (дата обращения 12.10.2021).

56. Тимофеев Н. П., Куприянов Ю. Ф., Самохвалов Ю.П., Чурбанов С. Г. Тактическая авиация ВВС США и НАТО в локальных конфликтах: учебное пособие / под ред. Н. П. Тимофеева – Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2015. – 176 с.

57. Hellfire // Уголок неба: авиационная энциклопедия [Электронный ресурс]. 2004. – URL: <http://www.airwar.ru/weapon/aat/agm114.html> (дата обращения 29.10.2021).

58. AGM-158 JASSM // Уголок неба: авиационная энциклопедия [Электронный ресурс]. 2004. – URL: <http://www.airwar.ru/weapon/avz/agm158.html> (дата обращения 29.10.2021).

59. AGM-154 JSOW // Уголок неба: авиационная энциклопедия [Электронный ресурс]. 2004. – URL: <http://www.airwar.ru/weapon/avz/agm154.html> (дата обращения 29.10.2021).

60. Storm Shadow // Каталог ракетной техники [Электронный ресурс]. 2010. – URL: <https://missilery.info/missile/scalp> (дата обращения 29.10.2021).

61. AGM-65 Maverick // Уголок неба: авиационная энциклопедия [Электронный ресурс]. 2004. – URL: <http://www.airwar.ru/weapon/avz/agm65a.html> (дата обращения 29.10.2021).

62. Brimstone // Каталог ракетной техники [Электронный ресурс]. 2013. – URL: <https://missilery.info/news/ispytaniya-rakety-brimstone-2> (дата обращения 29.10.2021).

63. JDAM // Уголок неба: авиационная энциклопедия [Электронный ресурс]. 2004. – URL: <http://www.airwar.ru/weapon/ab/jdam.html> (дата обращения 29.10.2021).

64. Справочник офицера воздушно-космической обороны / под общей ред. С. К. Бурмистрова – Тверь: ВА ВКО, 2006. – 564 с.

65. AARGM (AGM-88E) оружие прорыва ПВО // Военное обозрение [Электронный ресурс]. 27.04.2012. – URL: <https://topwar.ru/13885-aargm-agm-88e-oruzhie-proryva-pvo.html> (дата обращения 15.11.2021).

66. Армейская авиация НАТО // Олбест [Электронный ресурс]. 27.04.2012. – URL: https://otherreferats.allbest.ru/war/00001230_0.html (дата обращения 04.12.2021).

67. AH-64 Apache Attack Helicopter // Военное обозрение [Электронный ресурс]. 2010. – URL: <https://topwar.ru/1103-ah-64-apache-attack-helicopter.html> (дата обращения 03.11.2021).

68. АН-1Z Vipir // Военное обозрение [Электронный ресурс]. 2013. – URL: <https://topwar.ru/27579-boevoy-vertolet-ah-1kobra.html> (дата обращения 03.11.2021).

69. AS-565M // Уголок неба: авиационная энциклопедия [Электронный ресурс]. 2010. – URL: <http://www.airwar.ru/enc/ah/as565.html> (дата обращения 03.11.2021).

70. А-129 // Уголок неба: авиационная энциклопедия [Электронный ресурс]. 2013. – URL: <http://www.airwar.ru/enc/ah/a129.html> (дата обращения 03.11.2021).

71. Т-129 АТАК // Уголок неба: авиационная энциклопедия [Электронный ресурс]. 2016. – URL: <http://www.airwar.ru/enc/ah/t129.html> (дата обращения 03.11.2021).

72. РАН-2 // Уголок неба: авиационная энциклопедия [Электронный ресурс]. 2012. – URL: <http://www.airwar.ru/enc/ah/pah2.html> (дата обращения 03.11.2021).

73. HOT 2 // Каталог ракетной техники [Электронный ресурс]. 2021 – URL: <https://missilery.info/missile/hot> (дата обращения 06.12.2021).

74. HOT 3 // Каталог ракетной техники [Электронный ресурс]. 2021 – URL: <https://missilery.info/missile/hot> (дата обращения 06.12.2021).

75. BGM-71A TOW // Уголок неба: авиационная энциклопедия [Электронный ресурс]. 2004. – URL: <http://www.airwar.ru/weapon/aat/tow.html> (дата обращения 06.12.2021).

76. BGM-71D TOW 2 // Уголок неба: авиационная энциклопедия [Электронный ресурс]. 2004 – URL: <http://www.airwar.ru/weapon/aat/tow2.html> (дата обращения 06.12.2021).

77. Удар с небес: как выглядят самые мощные беспилотники в мире // Тренды РБК [Электронный ресурс]. 21.06.2021. – URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/60ae826c9a7947fcb9be3ebb> (дата обращения 02.12.2021).

78. MQ-1A/B Predator // Уголок неба: авиационная энциклопедия [Электронный ресурс]. 2020. – URL: <http://www.airwar.ru/enc/bpla/mq1.html> (дата обращения 06.10.2021).

79. MQ-9 Reaper (Predator B) // Уголок неба: авиационная энциклопедия [Электронный ресурс]. 2020. – URL: <http://www.airwar.ru/enc/bpla/mq9.html> (дата обращения 06.10.2021).

80. Bayraktar-TB2 // Уголок неба: авиационная энциклопедия [Электронный ресурс]. 2020. – URL: <http://www.airwar.ru/enc/bpla/tb2.html> (дата обращения 06.10.2021).

81. AGM-176 Griffin // Военное обозрение [Электронный ресурс]. 2014. – URL: <https://topwar.ru/65762-semeystvo-upravlyaemyh-raket-raytheon-agm-176-griffin-ssha.html> (дата обращения 06.12.2021).

82. МАМ-С // Военное обозрение [Электронный ресурс]. 2021. – URL: <https://topwar.ru/182459-aviabomba-roketsan-mam-t-novoe-oruzhie-dlja-bajraktarov.html> (дата обращения 06.12.2021).

83. МАМ-Л // Военное обозрение [Электронный ресурс]. 2021. – URL: <https://topwar.ru/182459-aviabomba-roketsan-mam-t-novoe-oruzhie-dlja-bajraktarov.html> (дата обращения 06.12.2021).

84. МАМ-Т // Военное обозрение [Электронный ресурс]. 2021. – URL: <https://topwar.ru/182459-aviabomba-roketsan-mam-t-novoe-oruzhie-dlja-bajraktarov.html> (дата обращения 06.12.2021).

85. GBU-12 Paveway II // Уголок неба: авиационная энциклопедия [Электронный ресурс]. 2004. – URL: <http://www.airwar.ru/weapon/ab/gbu12.html> (дата обращения 06.12.2021).

86. Киселев А. В., Кривошонок С. О., Вельможный В. Н. Вооружение, военная и специальная техника армий зарубежных государств. Книга 3. Артиллерия: электронный учебник. – СПб.: ВАС, 2021. – 166 с.

87. Гуров С. В. Реактивные системы залпового огня. – Тула: Пересвет, 2006. – 432 с.

88. Ракетный комплекс АТАСМС в США и за рубежом // Военное обозрение [Электронный ресурс]. 2021. – URL: <https://topwar.ru/180607-raketnyj-kompleks-atacms-v-ssha-i-za-rubezhom.html> (дата обращения 28.10.2021).

89. Оружие и технологии России: Энциклопедия XXI век. Том 9. Противовоздушная и противоракетная оборона / под общ. ред. С. Иванова. – М.: Издательский дом «Оружие и технологии», 2004. – 752 с.

90. Макаренко С. И., Тимошенко А. В. Анализ средств и способов противодействия беспилотным летательным аппаратам. Часть 2. Огневое поражение и физический перехват // Системы управления, связи и безопасности. 2020. № 1. С. 147-197. DOI: 10.24411/2410-9916-2020-10106.

91. Макаренко С. И., Тимошенко А. В., Васильченко А. С. Анализ средств и способов противодействия беспилотным летательным аппаратам. Часть 1. Беспилотный летательный аппарат как объект обнаружения и поражения // Системы управления, связи и безопасности. 2020. № 1. С. 109-146. DOI: 10.24411/2410-9916-2020-10105.

92. «Ручные» комплексы ПВО. Часть 10. ПЗРК «Вербя» // Военное обозрение [Электронный ресурс]. 06.12.2018. – URL: <https://topwar.ru/150530-ruchnye-kompleksy-pvo-chast-10-pzrk-verba.html> (дата обращения 31.01.2022).

93. Бук-М1 // Каталог ракетной техники [Электронный ресурс]. 2010. – URL: <https://missilery.info/missile/bukm1> (дата обращения 01.12.2021).

94. Бук-М1-2 // Каталог ракетной техники [Электронный ресурс]. 2010. – URL: <https://missilery.info/missile/bukm1> (дата обращения 01.12.2021).

95. Бук-М2 // Каталог ракетной техники [Электронный ресурс]. 2015. – URL: <https://missilery.info/missile/buk-2m> (дата обращения 01.12.2021).

96. Бук-М3 // Каталог ракетной техники [Электронный ресурс]. 2017. – URL: <https://missilery.info/missile/bukm3> (дата обращения 02.12.2021).

97. С-300В // Каталог ракетной техники [Электронный ресурс]. 2010. – URL: <https://missilery.info/missile/c300v> (дата обращения 02.12.2021).

98. С-300ВМ // Каталог ракетной техники [Электронный ресурс]. 2010. – URL: <https://missilery.info/missile/c300v> (дата обращения 02.12.2021).

99. Афонин И. Е., Петров С. В., Макаренко С. И. Переход к адаптивно-сетевой структуре системы управления воздушно-космической обороной, как один из основных путей повышения ее устойчивости // Воздушно-космические силы. Теория и практика. 2021. № 19. С. 159-178.

References

1. Batyushkin S. A., Kuzhilin V. F. *Podgotovka i vedenie boevykh deistvii obshevoiskovykh formirovaniy v local'nykh voinakh i vooruzhennykh konfliktakh* [Preparation and conduct of combat actions of combined arms formations in local wars and armed conflicts]. Moscow, Voennoe izdanie Publ., 2006. 440 p. (in Russian).

2. Usikov A. V., Burutin, G. A., Gavrilov, V. A., Tashlykov, S. L. *Voennoe iskusstvo v local'nykh voinakh i vooruzhennykh konfliktakh* [Military art in local wars and armed conflicts]. Moscow, Voennoe izdanie Publ, 2008. 768 p. (in Russian).

3. *The U.S. Army in Multi-Domain Operations 2028*. Washington, U.S. Army Training and Doctrine Command, 2018. 102 p.

4. Shnyrkov D. *Konsepsiia «Vseob`emlushaia operatsiya»* [The concept of «Comprehensive operation»]. *Armejskij sbornik*, 2021, no. 8, pp. 192-198 (in Russian).

5. Beidin N. N. Hitting the adversary in combat by the motorized rifle formation: problems and ways of settling them. *Military Thought*, 2021, no. 2, pp. 36-42 (in Russian).

6. Chernysh L. Ya., Levshin V. I., Linchuk N. L. *Nekotorye voprosy teorii ogneвого porazheniya* [Some questions of the theory of enemy fire destruction in operations]. *Military Thought*, 1994, no. 7, pp. 2-26 (in Russian).

7. *FM 3-0. Operations*. Washington, 2017. 364 p.

8. Afonin I. E., Makarenko S. I., Petrov S. V. Descriptive model of intelligence systems used to detection the elements of an aerospace defense system and target designation when aerospace attack means are doing prompt global strike. *Systems of Control, Communication and Security*, 2021, no. 1, pp. 190-214. DOI: 10.24411/2410-9916-2021-10108 (in Russian).

9. Ananyev A. V., Rybalko A. G., Petrenko S. P., Ilyinov E. V. The Small-Class unmanned aerial vehicles and multifunctional bombers Joint usage method When hitting air defense systems on the flight route. *Aerospace forces. Theory and practice*, 2021, no. 19, pp. 10-28. DOI: 10.24412/2500-4352-2021-19-10-28 (in Russian).

10. Krasnov A. *Sistema PVO i malozametnye sredstva vozdušnogo napadeniya* [Air defense system and unobtrusive means of air attack]. *Zarubezhnoe voennoe obozrenie*, 1995, no. 5, pp. 46-51 (in Russian).

11. Afonin I. E., Makarenko S. I., Petrov S. V. Descriptive model of the electronic warfare subsystem as part aerospace attack means used to suppression elements of an aerospace defense system. *Systems of Control, Communication and*

Security, 2021, no. 2, pp. 76-95. DOI: 10.24412/2410-9916-2021-2-76-95 (in Russian).

12. Aminov S. PVO v bor`be s BLA [Air defense in the fight in the UAV]. *Bespilotnaia aviaciia* [Unmanned aviation], 03.04.2012. Available at: http://www.uav.ru/articles/pvo_vs_uav.pdf (accessed 15 November 2021) (in Russian).

13. Ponomarchuk E. Kryl`ia, slomannye burei. Poteri aviacionnoi tehniky mnogonatsional`nykh sil i Iraka v hode voiny 1991 goda [Wings broken by the storm. Losses of aviation equipment of the multinational forces and Iraq during the 1991 war]. *Iskusstvo voiny* [Art of War], 01.07.2011. Available at: http://artofwar.ru/p/ponomarchuk_e/text_0100.shtml (accessed 22 November 2021) (in Russian).

14. Ananyev A. V., Rybalko A. G., Filatov S. V., Lazorak A. V. BpLA v sostave aviasionnykh formirovaniy [UAVs as part of aviation formations]. *Arsenal of the Fatherland*, 2020, vol. 49, no. 5, pp. 70-76 (in Russian).

15. Ananyev A. V., Rybalko A. G., Ryzantsev L. B., Klevtso R. P. Using reconnaissance and assault groups of smaller unmanned aerial vehicles against airfield road section facilities. *Military Thought*, 2020, no. 1, pp. 85-98 (in Russian).

16. Ananyev A. V., Filatov S. V., Rybalko A. G. Statistical evaluation of small range unmanned aerial vehicle shock possibilities in interests of decrease piloted aircraft risks. *Izvestiya Tula State University*, 2018, no. 12, pp. 455-460 (in Russian).

17. Kazaryan B. I. Bespilotnye apparaty. Sposoby primeneniya v sostave boevykh sistem [Unmanned vehicles. Methods of application as part of combat systems]. *Military Thought*, 2012, no. 3, pp. 21-26 (in Russian).

18. Luzan A. G. New concepts regarding the structure and tactical employment of land forces air defence troops is the imperative of our time. *Aerospace Sphere Journal*, 2018, vol. 97, no. 4, pp. 66-77 (in Russian).

19. Luzan A. G. Prospects of development of mini UAVs and methods of combating them. Part I. *Aerospace Sphere Journal*, 2020, no. 4, pp. 58-65 (in Russian).

20. Luzan A. G. Prospects of development of mini UAVs and and methods of combating them. Part II. *Aerospace Sphere Journal*, 2021, no. 1, pp. 98-105 (in Russian).

21. Godunov A. I., Shishkov S. V., Bikeev R. R. *Model opredeleniya izmenenii na kadrah videoposledovatelnosti dlia obnaruzheniia malogabaritnykh bespilotnykh letatelnykh apparatov. Problemy avtomatizatsii i upravleniia v tehnikeskikh sistemakh* [A model for determining geometric changes in video sequence frames for detecting small-sized unmanned aerial vehicles. Problems of automation and control in technical systems]. Penza, Publishing House of PSU, 2015, vol. 1, pp. 331-335 (in Russian).

22. Mitrofanov D. G., Shishkov S. V. Innovative approach to the detection of small-sized unmanned aerial vehicles. *Izvestiya SFedU. Engineering Sciences*, 2018, no. 1, pp. 28-40 (in Russian).

23. Rostopchin V. V. Udarnye bespilotnye letatelnye apparaty i protivovozdusnaia oborona – problemy i perspektivy protivostoania [Shock unmanned aerial vehicles and air defense – problems and prospects of confrontation]. *Bespilotnaia aviatsiia [Unmanned aviation]*, 2019. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/331772628> (accessed 03 December 2021) (in Russian).

24. Rostopchin V. V. «Napast' XXI veka»: storony odnoj «medali» ["Attack of the XXI century": sides of the same medal]. *Aviapanorama*, 2018, no. 4, pp. 12-17 (in Russian).

25. Rostopchin V. V. «Napast' XXI veka»: storony odnoj «medali» ["Attack of the XXI century": sides of the same medal]. *Aviapanorama*, 2018, no. 5, pp. 8-21 (in Russian).

26. Rostopchin V. V. «Napast' XXI veka»: storony odnoj «medali» ["Attack of the XXI century": sides of the same medal]. *Aviapanorama*, 2018, no. 6, pp. 16-23 (in Russian).

27. Rostopchin V. V. «Napast' XXI veka»: storony odnoj «medali» ["Attack of the XXI century": sides of the same medal]. *Aviapanorama*, 2019, no. 1, pp. 12-17 (in Russian).

28. Rostopchin V. V. «Napast' XXI veka»: storony odnoj «medali» ["Attack of the XXI century": sides of the same medal]. *Aviapanorama*, 2019, no. 1, pp. 28-51 (in Russian).

29. Makarenko S. I. *Protivodeistvie bespilotnym letatel'nym apparatam. Monografija* [Countering unmanned aerial vehicles. Monografija]. St. Petersburg, Naukoemkie tehnologii Publ., 2020. 204 p (in Russian).

30. Afonin I. E., Makarenko S. I., Petrov S. V., Privalov A. A. Analysis of combat experience as groups of unmanned aerial vehicles are used to defeat anti-aircraft missile means of the air defense system in Syria, Libya and Nagorno-Karabakh wars. *Systems of Control, Communication and Security*, 2020, no. 4, pp. 163-191. DOI: 10.24411/2410-9916-2020-10406 (in Russian).

31. Filin E. D., Kirichek R. V. Methods of detecting small-sized unmanned aerial vehicles based on the analysis of the electromagnetic spectrum. *Informacionnye tehnologii and telecommunications*, 2018, vol. 6, no. 2, pp. 88-93 (in Russian).

32. Grudinin I. V., Maiburov D. G. Method of operational adaptation of information and management resource to reflect the impact of air and space attacks of the enemy. *Vestnik Akademii voennykh nauk*, 2018, vol. 65, no. 4, pp. 82-90 (in Russian).

33. Dybov V. N., Podgornykh Yu. D. On aerospace defense stability in the Russian Federation. *Military Thought*, 2019, no. 10, pp. 33-40 (in Russian).

34. Boev S. F., Rakhmanov A. A., Sloka V. K. Net-centric systems of regional level of a real time scale. *Mechatronics, Automation, Control*, 2009, no. 3, pp. 64-68 (in Russian).
35. Boev S. F. Concept of integrated system of missile and space defense of Russia. *Questions of radio-electronics*, 2019, no. 3, pp. 7-11 (in Russian).
36. Borisko S. N., Goremykin S. A. Aerospace Forces of Russia state analysis. Prospects for development. *Military Thought*, 2019, no. 1, pp. 25-37 (in Russian).
37. Kochkarov A. A., Putyato S. A., Petrochenkov D. M. Analysis of the directions of creation of specialized aviation-space systems of radar surveillance of air attack means. *Vestnik Yaroslavskogo vysshego voennogo uchilishcha protivovozdushnoj oborony*, 2020, vol. 8, no. 1, pp. 17-23 (in Russian).
38. Makarenko S. I. Information-Space Systems and Space Weapons – Current State and Prospects of Improvement. *Systems of Control, Communication and Security*, 2016, no. 4, pp. 161-213 (in Russian).
39. Makarenko S. I., Kovalskiy A. A., Afonin I. E. Justification of Perspective Directions of Development of the Russian Federation's Anti-Space Defense System in the Interests of Timely Opening and Repulse the Aerospace Attack Means "Prompt Global Strike". *Aerospace forces. Theory and practice*, 2020, vol. 16, pp. 99-115 (in Russian).
40. Afonin E. A., Makarenko S. I., Mitrofanov D. V. Analysis of the concept of "Prompt global strike" of air-space attack means and substantiation of prospective directions of air-space defense system development in the Arctic in the interest of defense. *Aerospace forces. Theory and practice*, 2020, no. 15, pp. 75-89 (in Russian).
41. Gavrilov A.D. problems of fight against modern means of air attack. *Izvestiya Rossijskoj Akademii Raketnyh i Artillerijskih Nauk*, 2018, no. 3, pp. 15-20 (in Russian).
42. Voronov V. A., Chikina M. G., Prokhorova D. Yu. The methodological approach to estimating the efficiency of enemy air attacks rebuff in operations by a Ground forces association. *Military Thought*, 2019, no. 6, pp. 125-128 (in Russian).
43. Druzin S. V., Mayorov V. V., Gorevich B. N. An advanced new-look tactical air defense armament system. *Journal of "Almaz – Antey" Air and Space Defence Corporation*, 2019, no. 4, pp. 7-22 (in Russian).
44. Sozinov P. A. Crucial tasks of mathematical modeling of aerospace defense systems. *Journal of "Almaz – Antey" Air and Space Defence Corporation*, 2017, no. 3, pp. 17-27 (in Russian).
45. Ryabinin I. A., Mozhaev A. S., Svirin S. K., Polenin V. I. Model of reflection by the air defense system of enemy air attack attacks. *Marine radio electronics*, 2010, vol. 23, no 2, pp. 54-60 (in Russian).
46. The Military Balance 2021. *The International Institute for Strategic Studies 2021*. London, Taylor & Francis Publ., 2021. 524 p.

47. F-15E Strike Eagle. *Ugolok neba: bol'shaia aviacionnaia encyclopedia [Corner of the sky: large aircraft encyclopedia]*, 2004. Available at: <http://www.airwar.ru/enc/fighter/f15c.html> (accessed 12 October 2021) (in Russian).

48. F-16C/D Fighting Falcon. *Ugolok neba: bol'shaia aviacionnaia encyclopedia [Corner of the sky: large aircraft encyclopedia]*, 2019. Available at: <http://www.airwar.ru/enc/fighter/f16cd.html> (accessed 12 October 2021) (in Russian).

49. F/A-18E/F Super Hornet. *Ugolok neba: bol'shaia aviacionnaia encyclopedia [Corner of the sky: large aircraft encyclopedia]*, 2009. Available at: <http://www.airwar.ru/enc/fighter/f18ef.html> (accessed 12 October 2021) (in Russian).

50. F-22 Raptor. *Ugolok neba: bol'shaia aviacionnaia encyclopedia [Corner of the sky: large aircraft encyclopedia]*, 2009. Available at: <http://www.airwar.ru/enc/fighter/f22.html> (accessed 12 October 2021) (in Russian).

51. F-35 Lightning II. *Ugolok neba: bol'shaia aviacionnaia encyclopedia [Corner of the sky: large aircraft encyclopedia]*, 2008. Available at: <http://www.airwar.ru/enc/fighter/x35.html> (accessed 12 October 2021) (in Russian).

52. Mirage 2000. *Ugolok neba: bol'shaia aviacionnaia encyclopedia [Corner of the sky: large aircraft encyclopedia]*, 2012. Available at: <http://www.airwar.ru/enc/fighter/mirag2.html> (accessed 12 October 2021) (in Russian).

53. Eurofighter Typhoon. *Ugolok neba: bol'shaia aviacionnaia encyclopedia [Corner of the sky: large aircraft encyclopedia]*, 2010. Available at: <http://www.airwar.ru/enc/fww2/typhoon.html> (accessed 12 October 2021) (in Russian).

54. Panavia Tornado. *Ugolok neba: bol'shaia aviacionnaia encyclopedia [Corner of the sky: large aircraft encyclopedia]*, 2004. Available at: <http://www.airwar.ru/enc/fighter/torndgr1b.html> (accessed 12 October 2021) (in Russian).

55. Dassault Rafale. *Ugolok neba: bol'shaia aviacionnaia encyclopedia [Corner of the sky: large aircraft encyclopedia]*, 2009. Available at: <http://www.airwar.ru/enc/fighter/rafal.html> (accessed 12 October 2021) (in Russian).

56. Timofeev N. P., Kupriyanov Y. F., Samokhvalov Y. P., Churbanov S. G. *Takticheskaja aviacija VVS SSHA i NATO v local'nyh konfliktah* [Tactical aircraft of the U.S. air force and NATO in local conflicts]. Ekaterinburg, Ural University Publ., 2015. 176 p. (in Russian).

57. Hellfire. *Ugolok neba: bol'shaia aviacionnaia encyclopedia [Corner of the sky: large aircraft encyclopedia]*, 2004. Available at: <http://www.airwar.ru/weapon/aat/agm114.html> (accessed 29 October 2021) (in Russian).

58. AGM-158 JASSM. *Ugolok neba: bol'shaia aviacionnaia encyclopedia [Corner of the sky: large aircraft encyclopedia]*, 2004. Available at:

<http://www.airwar.ru/weapon/avz/agm158.html> (accessed 29 October 2021) (in Russian).

59. AGM-154 JSOW. *Ugolok neba: bol'shaia aviacionnaia encyclopedia [Corner of the sky: large aircraft encyclopedia]*, 2004. Available at: <http://www.airwar.ru/weapon/avz/agm154.html> (accessed 29 October 2021) (in Russian).

60. Storm Shadow. *Katalog raketnoi tehniki [Catalog of rocket technology]*, 2010. Available at: <https://missilery.info/missile/scalp> (accessed 29 October 2021) (in Russian).

61. AGM-65 Maverick. *Ugolok neba: bol'shaia aviacionnaia encyclopedia [Corner of the sky: large aircraft encyclopedia]*, 2004. Available at: <http://www.airwar.ru/weapon/avz/agm65a.html> (accessed 29 October 2021) (in Russian).

62. Brimstone. *Katalog raketnoi tehniki [Catalog of rocket technology]*, 2013. Available at: <https://missilery.info/news/isyptaniya-rakety-brimstone-2> (accessed 29 October 2021) (in Russian).

63. JDAM. *Ugolok neba: bol'shaia aviacionnaia encyclopedia [Corner of the sky: large aircraft encyclopedia]*, 2004. Available at: <http://www.airwar.ru/weapon/ab/jdam.html> (accessed 29 October 2021) (in Russian).

64. Burmistrov S. K. *Spravochnik ofisera vozdushno-kosmicheskoi oborony [Handbook of the Aerospace Defense officer]*. Tver, Military Academy of Aerospace Defense, 2006. 564 p (in Russian).

65. AARGM (AGM-88E) – oruzhie proryva pvo [AARGM (AGM-88E) – Air Defense Breakthrough weapon]. *Voennoe obozrenie [Military Review]*, 27.04.2012. Available at: <https://topwar.ru/13885-aargm-agm-88e-oruzhie-proryva-pvo.html> (accessed 15 November 2021) (in Russian).

66. Armeiskaia aviaciia NATO [NATO army aviation]. *Olbest [All best]*, 27.04.2012. Available at: https://otherreferats.allbest.ru/war/00001230_0.html (accessed 04 December 2021) (in Russian).

67. AH-64 Apache Attack Helicopter. *Voennoe obozrenie [Military Review]*, 2010. Available at: <https://topwar.ru/1103-ah-64-apache-attack-helicopter.html> (accessed 03 November 2021) (in Russian).

68. AH-1Z Viper. *Voennoe obozrenie [Military Review]*, 2013. Available at: <https://topwar.ru/27579-boevoy-vertolet-ah-1kobra.html> (accessed 03 November 2021) (in Russian).

69. AS-566M. *Ugolok neba: bol'shaia aviacionnaia encyclopedia [Corner of the sky: large aircraft encyclopedia]*, 2010. Available at: <http://www.airwar.ru/enc/ah/as565.html> (accessed 03 November 2021) (in Russian).

70. A-129. *Ugolok neba: bol'shaia aviacionnaia encyclopedia [Corner of the sky: large aircraft encyclopedia]*, 2013. Available at: <http://www.airwar.ru/enc/ah/a129.html> (accessed 03 November 2021) (in Russian).

71. Т-129 АТАК. *Ugolok neba: bol'shaia aviacionnaia encyclopedia [Corner of the sky: large aircraft encyclopedia]*, 2016. Available at: <http://www.airwar.ru/enc/ah/t129.html> (accessed 03 November 2021) (in Russian).

72. ПАХ-2. *Ugolok neba: bol'shaia aviacionnaia encyclopedia [Corner of the sky: large aircraft encyclopedia]*, 2012. Available at <http://www.airwar.ru/enc/ah/pah2.html> (accessed 03 November 2021) (in Russian).

73. HOT 2. *Katalog raketnoi tehniki [Catalog of rocket technology]*, 2021. Available at: <https://missilery.info/missile/hot> (accessed 06 December 2021) (in Russian).

74. HOT 3. *Katalog raketnoi tehniki [Catalog of rocket technology]*, 2021. Available at: <https://missilery.info/missile/hot> (accessed 06 December 2021) (in Russian).

75. BGM-71A. *Ugolok neba: bol'shaia aviacionnaia encyclopedia [Corner of the sky: large aircraft encyclopedia]*, 2004. Available at: <http://www.airwar.ru/weapon/aat/tow.html> (accessed 06 December 2021) (in Russian).

76. BGM-71D TOW 2. *Ugolok neba: bol'shaia aviacionnaia encyclopedia [Corner of the sky: large aircraft encyclopedia]*, 2004. Available at: <http://www.airwar.ru/weapon/aat/tow2.html> (accessed 06 December 2021) (in Russian).

77. Udar s neba: kak vygliadiat samye moshnye bespilotniki v mire [Blow from heaven: what the most powerful drones in the world look like], 21.06.21. *Trendy RBK [Trends of RBC]*. Available at: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/60ae826c9a7947fcb9be3ebb> (accessed 02 December 2021) (in Russian).

78. MQ-1A/B Predator. *Ugolok neba: bol'shaia aviacionnaia encyclopedia [Corner of the sky: large aircraft encyclopedia]*, 2020. Available at: <http://www.airwar.ru/enc/bpla/mq1.html> (accessed 06 October 2021) (in Russian).

79. MQ-9 Reaper (Predator B). *Ugolok neba: bol'shaia aviacionnaia encyclopedia [Corner of the sky: large aircraft encyclopedia]*, 2020. Available at: <http://www.airwar.ru/enc/bpla/mq9.html> (accessed 06 October 2021) (in Russian).

80. Bayraktar-TB2. *Ugolok neba: bol'shaia aviacionnaia encyclopedia [Corner of the sky: large aircraft encyclopedia]*, 2020. Available at: <http://www.airwar.ru/enc/bpla/tb2.html> (accessed 06 October 2021) (in Russian).

81. AGM-176. Griffin. *Voennoe obozrenie [Military Review]*, 2014. Available at: <https://topwar.ru/65762-semeystvo-upravlyaemyh-raket-raytheon-agm-176-griffin-ssha.html> (accessed 06 December 2021) (in Russian).

82. MAM-C. *Voennoe obozrenie [Military Review]*, 2021. Available at: <https://topwar.ru/182459-aviabomba-roketsan-mam-t-novoe-oruzhie-dlja-bajraktarov.html> (accessed 06 December 2021) (in Russian).

83. MAM-L. *Voennoe obozrenie [Military Review]*, 2021. Available at: <https://topwar.ru/182459-aviabomba-roketsan-mam-t-novoe-oruzhie-dlja-bajraktarov.html> (accessed 06 December 2021) (in Russian).

84. MAM-T. *Voennoe obozrenie [Military Review]*, 2021. Available at: <https://topwar.ru/182459-aviabomba-roketsan-mam-t-novoe-oruzhie-dlja-bajraktarov.html> (accessed 06 December 2021) (in Russian).

85. GBU-12 Paveway II. *Ugolok neba: bol'shaia aviacionnaia encyclopedia [Corner of the sky: large aircraft encyclopedia]*, 2004. Available at: <http://www.airwar.ru/weapon/ab/gbu12.html> (accessed 06 December 2021) (in Russian).

86. Kiselev A. V., Krivoshonok S O., Velmozhny V. N. *Vooruzhenie, voennaia i spetsialnaia tehnika armii zarubezhnyh gosudarstv. Kniga 3. Artilleriia [Armament, military and special equipment of armies of foreign states. Book 3. Artillery]*. St. Petersburg, Military Academy of Communications, 2021. 166 p. (in Russian).

87. Gurov S. V. *Reaktivnye sistevy zalpovogo ognia [Multiple launch rocket systems]*. Tula, Peresvet Publ., 2006. 432 p. (in Russian).

88. Reaktivnyj kompleks ATACMS v SSHA i za rubezhom [ATACMS missile system in the USA and abroad]. *Voennoe obozrenie [Military Review]*, 2021. Available at: <https://topwar.ru/180607-raketnyj-kompleks-atacms-v-ssha-i-za-rubezhom.html>. (accessed 28 October 2021) (in Russian).

89. *Oruzhie i tehnologii Rossii: Enciklopedija XXI vek. Tom. 9. Protivovozdushnaja i protivoraketnaja oborona [Weapons and technologies of Russia: encyclopedia of the XXI century. Tom. 9. Air and missile defense]*. Moscow, "Weapons and Technologies" Publ. House, 2004. 752 p. (in Russian).

90. Makarenko S. I., Timoshenko A. V. Counter Unmanned Aerial Vehicles. Part 2. Rocket and Artillery Fire, Physical Interception. *Systems of Control, Communication and Security*, 2020, no. 1, pp. 147-197. DOI: 10.24411/2410-9916-2020-10106 (in Russian).

91. Makarenko S. I., Timoshenko A. V., Vasilchenko A. S. Counter unmanned aerial vehicles. Part 1. Unmanned aerial vehicle as an object of detection and destruction. *Systems of Control, Communication and Security*, 2020. no. 1. pp. 109-146. DOI: 10.24411/2410-9916-2020-10105 (in Russian).

92. «Ruchnye» komplekсы PVO. Chast` 10. PZRK «Verba» ["Manual" air defense systems. Part 10. MANPADS "Willow"] *Voennoe obozrenie [Military Review]*, 06.12.2018. Available at: <https://topwar.ru/150530-ruchnye-komplekсы-pvo-chast-10-pzrk-verba.html> (accessed 31 January 2022) (in Russian).

93. Buk-M1. *Katalog raketnoi tehniki [Catalog of rocket technology]*, 2010. Available at: <https://missilery.info/missile/bukm1> (accessed 01 December 2021) (in Russian).

94. Buk-M1-2. *Katalog raketnoi tehniki [Catalog of rocket technology]*, 2010. Available at: <https://missilery.info/missile/bukm1> (accessed 01 December 2021) (in Russian).

95. Buk-M2. *Katalog raketnoi tehniki [Catalog of rocket technology]*, 2015. Available at: <https://missilery.info/missile/buk-2m> (accessed 01 December 2021) (in Russian).

96. Buk-M3. *Katalog raketnoi tehniki [Catalog of rocket technology]*, 2017. Available at: <https://missilery.info/missile/bukm3> (accessed 01 December 2021) (in Russian).

97. S-300V. *Katalog raketnoi tehniki [Catalog of rocket technology]*, 2010. Available at: <https://missilery.info/missile/c300v> (accessed 01 December 2021) (in Russian).

98. S-300VM. *Katalog raketnoi tehniki [Catalog of rocket technology]*, 2010. Available at: <https://missilery.info/missile/c300v> (accessed 01 December 2021) (in Russian).

99. Afonin I. E., Petrov S. V., Makarenko S. I. Transition to the adaptive network structure of the aerospace defense control system as one of the main ways to increase its stability. *Aerospace forces. Theory and practice*, 2021, vol. 19, pp. 159-178 (in Russian).

Статья поступила 01 декабря 2021 г.

Информация об авторах

Киселев Андрей Васильевич – соискатель ученой степени кандидата наук. Адъютант. Военная академия связи им. маршала советского союза С.М. Буденного. Область научных интересов: военные системы управления, связи и навигации. E-mail: kiselev261084@mail.ru

Адрес: Россия, 194064, г. Санкт-Петербург, Тихорецкий пр. д. 3.

Макаренко Сергей Иванович – доктор технических наук, доцент. Ведущий научный сотрудник. Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр РАН. Профессор кафедры информационной безопасности. Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» имени В.И. Ульянова (Ленина). Область научных интересов: сети и системы связи; радиоэлектронная борьба; информационное противоборство. E-mail: mak-serg@yandex.ru

Адрес: 199178, Россия, Санкт-Петербург, 14 линия, д. 39.

Analysis of the Combat Potential of the Parties to the Conflict of the Fire Destruction Means of the Enemy and the Air Defense Means of Army

A. V. Kiselev, S. I. Makarenko

Relevance In order to ensure the successful fulfillment of combat missions, the command of the US ground group and the Joint Armed Forces NATO provides fire support for the advancing and defending formations and units, the basis of which is the system of complex fire destruction of the enemy (FDE). The com-

*plex FDE system includes reconnaissance means, an automated command and control system for troops and weapons, as well as the FDE facilities themselves: missiles carried by tactical aviation (TA) aircraft, unmanned aerial vehicles (UAVs), helicopters Army Aviation (AA); rockets of multiple launch rocket systems (MLRS). For counteraction means of military air defense (air defense) are used, which are part of the composition of the Ground troops of the Russian Armed Forces. Thus, the analysis of the combat potential of the parties to the conflict of the FDE means used to disrupt the control system of a combined arms formation, on the one hand, and domestic means of military air defense, on the other hand, is an important military-scientific task. **The purpose of the work** is to analyze the combat potential of the parties to the conflict of the means of the OPP, on the one hand, and domestic means of military air defense, on the other. At the same time, the standard means in service with the US Armed Forces and the NATO Joint Armed Forces are considered as the main aforementioned means of the FDE. **Results.** The article presents the results of the systematization and analysis of the main assets of the FDE in the US Armed Forces (aircrafts of TA, UAVs, AA helicopters, MLRS), as well as the weapons carried by them, and Russian means of countering them, based on the analysis of open sources. The analysis made it possible to reveal the main features of the use of the above-mentioned FDE means, as well as to carry out a multifaceted detailed analysis of modern military air defense systems. **Elements of the novelty of the work** is a generalized analysis of the combat potential of the parties identified in the conflict "means of FDE - means of military air defense", as well as generalized tactical and technical characteristics of typical anti-aircraft missile defense systems that are part of the US Armed Forces (TA aircraft, UAVs, AA helicopters, MLRS, as well as their means of destruction), which can be used when applying FDE and domestic means of military air defense, as part of the CAF. **Practical significance.** The material of the article can be used to form the initial data for modeling and researching the combat effectiveness of military air defense systems when they oppose the means of FDE. Also, this article can be useful to designers who create promising military air defense systems when they solve target tasks.*

Keywords: *system of complex fire destruction, means of fire destruction of the enemy, air defense, aerospace defense, multiple launch rocket systems, tactical aviation, army aviation, unmanned aerial vehicle, air attack means, operational-tactical missile, unguided rocket, guided missile, cruise missile.*

Information about Authors

Andrey Vasilyevich Kiselev – Doctoral Candidate. Military Academy of communications named after Marshal of the Soviet Union S.M. Budyonny. Field of scientific interests: military control systems, communications and navigation. E-mail: kiselev261084@mail.ru

Address: Russia, 194064, St. Petersburg, Tikhoretsky ave., 3.

Sergey Ivanovich Makarenko – Dr. habil. of Engineering Sciences, Docent. Leading Researcher. St. Petersburg Federal research center of the Russian Academy of Sciences. Professor of Information Security Department. Saint Petersburg Electrotechnical University 'LETI'. Field of research: stability of network against the purposeful destabilizing factors; electronic warfare; information struggle. E-mail: mak-serg@yandex.ru

Address: Russia, 197376, Saint Petersburg, 14th Linia, 39.